YIBU YITU XUEXIU WEIBOLU

一步一图

学修微波炉

杨成伟 等编著

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

一步一图学修微波炉

杨成伟　等编著

机 械 工 业 出 版 社

本书以一步一图的方式，通过格兰仕、海尔、美的、LG、三星等具有代表性的品牌实物机型，分析介绍了机械式和微电脑控制式微波炉的基本原理、电路组成及故障检修要领、技巧和方法，同时结合实例给出了一些十分珍贵的数据资料，以供维修参考。因此，本书可作为微波炉维修人员及电子爱好者的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

一步一图学修微波炉/杨成伟等编著. —北京：机械工业出版社，2012.10

ISBN 978-7-111-39656-7

Ⅰ.①一… Ⅱ.①杨… Ⅲ.①微波炉-维修 Ⅳ.①TM925.540.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 209636 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张俊红 责任编辑：任 鑫 版式设计：霍永明

责任校对：张 征 封面设计：马精明 责任印制：乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm 13 印张·297 千字

0001—3300册

标准书号：ISBN 978-7-111-39656-7

定价：29.90元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务		网络服务	
社服务中心：	（010）88361066	教材网：	http://www.cmpedu.com
销售一部：	（010）68326294	机工官网：	http://www.cmpbook.com
销售二部：	（010）88379649	机工官博：	http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：	（010）88379203	**封面无防伪标均为盗版**	

前　言

微波炉是一种利用高压电场和电磁激励产生2450MHz的超高频微波快速振荡食物分子的方法进行加热的一种高科技厨房用具。自从20世纪70年代中期，家用微波炉开始进入我国市场以来，便深受人们的喜爱。近些年来，随着我国经济的持续增长和人们生活水平的不断提高，家用微波炉已在我国城乡家庭广泛普及，为人们的日常生活带来了极大方便。

随着社会中微波炉的普及率逐年增高和使用时间相对增长，以及一些使用环境不良、操作不当等因素，常出现一些不能开机或不能微波加热等故障，且故障率也在逐年增高。因此，对于微波炉的社会维修任务也就越来越重。

然而，由于社会上的家电维修人员对微波炉的工作原理及工艺技术还不很了解，特别是对微波泄漏给人体造成的辐射伤害还认识不足，故不仅对微波炉的故障检修颇感为难，而且在安全上还存在着极大的隐患。因为稍有不慎，人体就会遭到微波辐射，严重的会危及生命，后果不堪设想。

本书为帮助社会维修人员及电子爱好者能够安全检修微波炉，将以一步一图的现场维修形式，以格兰仕、海尔、美的、LG等一些具有代表性的品牌实物机型为例进行电路分析。同时，也结合故障实例介绍一些安全检修方法，以期盼能够起到举一反三、触类旁通的作用。一步一图，主要是在每一节中的每一个小节或每一小段中都随机插入实物照片、结构示意图或电路原理图，并在图中做些适当说明，与正文互补或协调起来，以减少正文中的文字叙述，使读者在阅读全书时，因有图就显得比较轻松。

因此，本书的最大特点是图文并茂、理论联系实际，可作为社会维修人员及零起步初学者的最佳学习用书。

参加本书编写的还有滕素贤、杨雅丽、杨长武、韩晓明、夏晓光、滕艳玲、杨丙文、李晓丹、聂新、杨丽华、王庆喜、邵辉、滕绍毅等。需要特别说明的是，本书采用了大量的实物图片，为方便读者阅读，也为与这些实物图对应，书中相关电路图及正文中的元器件符号、代号等并未按国家标准进行统一，请读者阅读时注意。

由于作者水平有限，不妥及错误之处在所难免，还望广大读者批评指正。

编著者

目　录

前言

第一章　微波炉的基本原理和电路组成 …… 1

第一节　电磁波的基本原理 …… 1

一、微波及微波应用 …… 2

二、微波及微波分类 …… 10

三、微波的加热原理 …… 11

四、磁控管及其安全使用 …… 13

第二节　微波炉的电路组成及功能作用 …… 20

一、门控电路 …… 22

二、照明电路 …… 29

三、转盘驱动电路 …… 29

四、风扇驱动电路 …… 30

五、高压整流输出电路 …… 31

六、微波发射通道 …… 41

七、微控制器电路 …… 41

八、低压电源电路 …… 46

第二章　机械式微波炉的电路原理及检修技术 …… 48

第一节　机械式门控电路 …… 50

一、门控联锁开关 …… 51

二、定时器控制系统 …… 67

第二节　微波加热系统电路 …… 73

一、高压供电系统 …… 73

二、磁控管及微波发射系统 …… 75

三、风扇冷却系统 …… 77

四、转盘电动机及其控制系统 …… 81

第三节　安全检修 …… 83

一、安全注意事项 …… 83

二、检修要领 …… 86

第三章　微电脑控制式微波炉的电路原理及检修技术 …… 92

第一节　微电脑控制系统 …… 92

一、中央微控制器电路 …… 92

二、显示窗及其控制电路 …… 109

三、键盘控制电路 …… 114

第二节　加热系统电路 …… 121

一、微波加热系统 …… 121

二、光波加热系统 …… 125
三、风冷系统 …… 127
四、转盘及其控制系统 …… 128
第三节　安全检修 …… 130
一、安全注意事项 …… 130
二、检修要领 …… 134
第四章　故障分析 …… 142
一、格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉不能加热，照明灯不亮，风扇和转盘也都不能转动 …… 142
二、格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉无电 …… 144
三、格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉不能微波加热，但风扇、转盘都能转动，照明灯也能点亮 …… 145
四、格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉转盘不转 …… 146
五、格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉加热一段时间后自动停机，但凉机后又能启动加热 …… 147
六、格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉不能加热，但有“吱、吱”的打火声 …… 148
七、格兰仕 WP800 型（货号：WP800T）微波炉不能加热，但其他功能正常 …… 149
八、格兰仕 WP800 型（货号：WP800T）微波炉启动加热时有噪声，但很快有烟从机壳缝中冒出，随即通过炉门窗看到炉腔内有喷火现象 …… 149
九、格兰仕 WD750B 型微波炉无规律地自动关机 …… 150
十、格兰仕 WD750B 型微波炉不能开机，但低压电源正常 …… 151
十一、格兰仕 WD750B 型微波炉不能烧烤加热 …… 152
十二、格兰仕 WD750B 型微波炉微波、烧烤均不加热，但显示窗有字符显示 …… 153
十三、格兰仕 WD750B 型微波炉无电，显示窗无任何显示 …… 153
十四、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉无电，显示屏无字符显示 …… 154
十五、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉控制功能正常，但不能加热 …… 156
十六、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉火力控制不顺畅，有时不能启动加热 …… 156
十七、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉不能微波加热，但炉灯和烧烤管均能点亮，风扇也能转动 …… 157
十八、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉烧烤不能加热，但微波加热正常 …… 158
十九、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉有噪声，且不能加热 …… 159
二十、LGW700（MS-2030T）型微波炉转盘不能转动，但照明灯点亮 …… 160
二十一、LGW700（MS-2030T）型微波炉不能加热，但照明灯亮 …… 161
二十二、LGW700（MS-2030T）型微波炉无电，不能启动 …… 162
二十三、LGW700（MS-2030T）型微波炉电源熔断器熔断，但换上新的后仍表现为无电状态 …… 162
二十四、LGW700（MS-2030T）型微波炉定时器旋钮不能倒计时回转，但仍能微波加热 …… 164
二十五、LGW700（MS-2030T）型微波炉关闭炉门后，拧动定时器旋钮时电源熔断器熔断 …… 165
二十六、LGMG-5586DTW 型微波炉不能烧烤加热，但微波加热正常 …… 167

二十七、LGMG-5586DTW 型微波炉不能微波加热…… 168
二十八、海尔 WH2485EG 型微波炉控制功能失效，显示窗无显示 …… 168
二十九、海尔 WH2485EGS 型微波炉不能烧烤加热，但微波加热正常 …… 172
三十、海尔 WH2485EG 型微波炉不能加热，但显示窗有字符显示 …… 173
三十一、海尔 WH2485EG 型微波炉整机处于无电状态，显示窗也无显示 …… 173
三十二、海尔 WH2485EG 型微波炉加热启动困难，但启动后加热正常 …… 174
三十三、海尔 WH2485EG 型微波炉食品加热较慢，且加热不均匀 …… 175
三十四、海尔 WH2485EGS 型微波炉烧烤加热一会儿后，加热管便自动熄灭，但炉灯仍亮 …… 175
三十五、海尔 WH2485EQS 型微波炉启动加热后不久便自动断电，照明灯不亮，风扇、转盘也不转动，但凉机后又能启动工作 …… 175
三十六、海尔 WH2485EQ 型微波炉加热功能紊乱，但进入烧烤功能时能微波加热 …… 176
三十七、美的 DK20C-CF 型微波炉无电不能开机，但电源熔断器正常 …… 177
三十八、美的 KD20C-CF 型微波炉不能微波加热，但烧烤加热正常 …… 178
三十九、美的 KD20C-CF 型微波炉烧烤不能加热，但微波加热正常 …… 178
四十、美的 KD20C-CF 型微波炉烧烤和微波时均不加热，但有继电器的反复跳动声 …… 179
四十一、美的 KD20C-CF 型微波炉不能开机，显示窗无显示，但电源熔断器正常 …… 182
四十二、美的 KD20C-CF 型微波炉通电启动时照明灯不亮，风扇和转盘也不转动，而显示窗有字符，但在早期有照明灯时亮时不亮现象 …… 183
四十三、美的 KD20C-CF 型微波炉微波、烧烤均不加热，但显示窗有字符 …… 187
四十四、美的 KD20C-CF 型微波炉烧烤管不发热 …… 188
四十五、美的 KD20C-CF 型微波炉不能加热，但显示窗有字符显示，照明灯亮，转盘、风扇不能转动 …… 189
四十六、美的 KD20C-CF 型微波炉无蜂鸣器报警声，但加热正常 …… 191
四十七、美的 KD20C-CF 型微波炉有时能够开机，有时不能开机 …… 191
四十八、美的 KD20C-CF 型微波炉故障初期有较大噪声，不能微波加热，后来无噪声也不能加热 …… 193
四十九、小天鹅 W6001 型微波炉不能加热，照明灯不能点亮，风扇和转盘也不能转动 …… 194
五十、小天鹅 W6001 型微波炉不能加热且有噪声 …… 195
五十一、三星 M9A88 型微波炉烧烤功能不能加热，但微波加热正常 …… 195
五十二、三星 M9A88 型微波炉不能工作，但指示灯能点亮 …… 195
五十三、三星 M9G77 型微波炉呈无电状态 …… 196
五十四、菊花 W-750C 型微波炉不能微波加热，但照明灯仍亮，同时有较大“嗡嗡”声 …… 196
五十五、上菱 WP650A 型微波炉不能工作，指示灯也不亮 …… 197
五十六、惠尔浦 AVW450WH 型微波炉不能加热，但照明灯亮 …… 198
五十七、惠尔浦 AVW600WH 型微波炉不能微波加热，但转盘转动正常 …… 199
五十八、安宝路 AA18 型微波炉不能加热，但照明灯能亮 …… 199
五十九、松下 NN-K653 型微波炉不能启动，呈现无电状态 …… 199
六十、松下 NN-K653 型微波炉微波、烧烤均不能加热，但照明灯能亮 …… 200
六十一、三洋 EM-F2108 型微波炉不能微波加热，但烧烤加热正常 …… 201

第一章　微波炉的基本原理和电路组成

自从 20 世纪 50 年代初，美欧等一些国家研制开发出家用微波炉以来，其产品便在世界各地被广泛使用。它的核心技术是磁控管发射出 2450MHz 的微波，而它的理论基础是电磁波研究与微波应用。因此，要深入学习微波炉的维修技术，首先就必须了解电磁波的基本原理和微波炉的电路组成及功能作用。

第一节　电磁波的基本原理

电磁波的基本原理是基于电场和磁场的不断交变振荡，所产生的电磁波向越来越远的周围空间传播，如图 1-1 所示。电磁场理论指出：“任何电场的变化都会在它的周围空间产生变化的磁场，任何磁场的变化都会使它周围空间产生变化的电场”。因此，当导线中有振荡电流时，它的周围就会产生变化的磁场，而变化的磁场在附近空间又会产生变化的电场，进而变化的电场又产生变化的磁场，这种不断交变着传向远方的电场和磁场，就是所谓的电磁波。

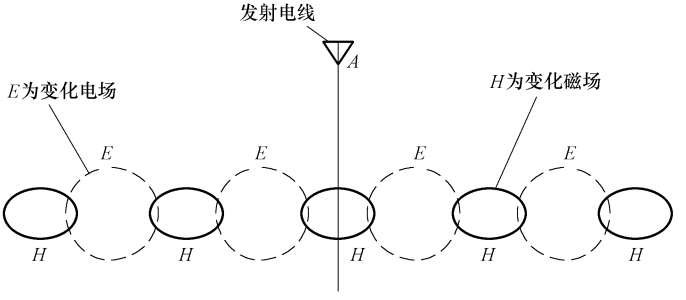


图 1-1　电磁波在空间传播示意图

在物理学界，自从 1831 年英国物理学家法拉第首先提出电磁感应定律及 1865 年麦克斯韦在前人的理论基础上建立完整的电磁场理论——麦克斯韦方程组以来，人们便不断深入研究电磁场，以及它和带电粒子之间相互作用的基本规律。直至 1888 年德国物理学家赫兹首次证实电磁波的存在及对时变电磁场的深入研究，才为电磁波传播及微波技术奠定了理论基础，并在后来的生产实践和科学技术中得到广泛应用，对社会生产力进步起到了强大的推动作用。如在地下通信、地质探测、水下通信、导航、声呐传递、无线电信标、电话、电报、电视、卫星遥感等诸多领域中的应用。但在日常生活方面，最为突出的表现是人们常见的微波炉，如图 1-2 所示。因此，本节就主要介绍微波的形成及其在微波炉中的应用技术。

一、微波及微波应用

1. 微波与电磁波的形成

在电磁学中，微波只是电磁波谱中的一小部分，因此，微波就是一种电磁波，具有电磁场的基本特性。

a) 机械式微波炉

b) 电脑控制式微波炉

图 1-2　微波炉实物图

（1）电场与电场强度

在人类的科学实验中，人们逐渐认识到，电场是一种特殊物质，并且有一定的强度。在自然界中，由于物质是在不断运动的，其表面总会产生没有定向运动的静电现象，如我国东汉学者王充在《论衡》一书中对“顿牟掇芥”的记载，就证明了被摩擦过的琥珀能够吸引轻微物体。这种能够吸引轻微物体的现象，就叫做带电现象。物体有了带电现象，人们就说它带了电，或者说它有了电荷，并称其为带电体。但带电体因材料不同，所带电荷的性质也不同，即有正电荷与负电荷之分。

在科学实验中，自然界中只有正、负两种电荷，且同种电荷互相排斥，而异种电荷互相吸引。但电荷间相互作用的吸力和斥力人们曾一度很不理解。直到 1785 年法国物理学家库仑应用一种叫做扭秤的仪器进行实验后，才揭示出电荷间相互作用的基本规律，即静电学中著名的库仑定律。它的内容是：在真空中，两个点电荷之间的相互作用力，沿着它们之间的连线，大小相等，方向相反；作用力的大小与两个点电荷所带电荷量的乘积成正比，与两个点电荷之间的距离二次方成反比。其数学表达式为

$$F = K\frac{q_1 q_2}{\gamma^2}$$

式中，F 为电荷之间的相互作用力；K 为比例常数；q_1、q_2 为两个电荷所带的电荷量；γ 为两电荷之间的距离。但库仑定律没有回答电荷之间的相互作用是怎样进行的。又经过长期争论和研究，人们才认识到电荷之间的相互作用主要有两个过程：首先是电荷在其周围激发某种媒介物，然后这种媒介物对置于其中的其他电荷产生作用力。这种作为媒介物的特殊物质，就叫做电场。因此，电场的属性是通过它和其他物质的作用才表现出来的。在库仑定律中，静电力并不是两个电荷之间的直接作用，而是一个电荷的电场对另一个电荷的作用，故人们又常称库仑力为电场力。

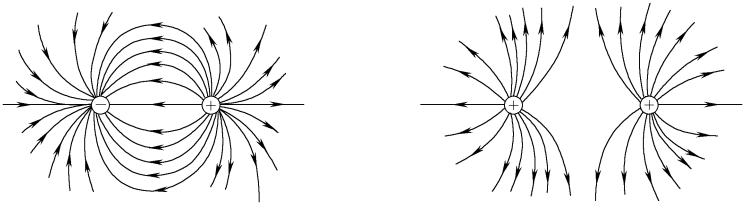
电场对电荷有力的作用是电场特性的一种表现。在实验中，对电场中任一确定点来讲，电场力 F 与检验电荷电量 q 的比值总是一个恒量，而对电场中不同点来讲，电场力 F 与检验电荷电量 q 的比值不同。因此，电场力 F 与检验电荷电量 q 的比值，只与电场性质有关，而与检验电荷电量无关，它可以用来度量电场强度。通过实验规定：电场中某一地点的电场强度 E 的大小，等于放在那一地点的点电荷所受到的电场力 F 与它的

电量 q 的比值，其数学表达式为

$$E = \frac{F}{q}$$

在实践中，如果让电量 q 在电场力的作用下从静止开始运动，电场力就会对电荷 q 做功。如果不存在其他作用力，这个电荷的移动速度就会越来越快，因此动能也越来越大，根据能量守恒定律，电荷动能增加，将使电场的能量减小。因而电场有“能量的属性——做功的本领”，即电场具有一定的强度，但它是一个矢量。在实践中常将正电荷在电场中某一点所受到的电场力的方向规定为那一点电场强度的方向，而负电荷所受到的电场力与电场强度的方向则相反。

在实践中，为便于表示电场中各点处电场强度的方向和大小，英国物理学家法拉第提出了一种叫电力线的图示法，即在电场中，可以做出一系列的曲线，使线上每一点处的切线方向都和该点的电场强度方向一致，这些曲线就叫做电力线，如图 1-3 所示。



a) 一负、一正电荷　　b) 两正电荷

图 1-3　两个等量点电荷电场里的电力线示意图

在图 1-3 中，图 1-3a 为两个异种等量点电荷的电场及电力线的方向，图 1-3b 为两个等量正点电荷的电场及电力线的方向。用电力线来表示电场强度的方向时，可反映电场的如下性质：

1）电力线总是从正电荷出发到负电荷终止，并且电力线既不可能是闭合曲线，也不可能在正、负电荷之间中断。

2）在电场中任一点处，总有一个确定的电场强度，通过电场里每一点总可以，也只可以做出一条电力线，即任意两条电力线绝不相交。

3）电力线表示电场中各点处的场强方向，但不表示正电荷的速度方向。

4）电场是真实存在的，而电力线却并不真实存在，它只是由人为形象地勾画出来的，但它却符合客观实际。因此，人们通常用电力线的疏密程度来表示电场强度的大小。

（2）磁场与磁场强度

磁场与电场一样也是一种特殊物质，具有力和能的特性，如天然磁铁矿能够吸引铁制的物体等。但在早期的社会中，人们对磁现象还没有深入认识。直到 19 世纪，奥斯特、安培等科学家先后发现了电流的磁场和磁场对电流的作用之后，才确定了磁现象与电现象之间的相互联系，并极大地扩大了它的应用范围。但直到 20 世纪初，随着原子

结构理论的建立，人们才开始认识到磁现象的本质。如同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引；同一个磁体上的两个磁极的磁极强度总是相等的。但直到库仑对磁极间的相互作用进行了系统的实验后，才得出磁极间相互作用的定律，即两个磁极间的引力或斥力的方向在两个磁极的连线上，大小跟它们的磁极强度的乘积成正比，跟它们之间距离的二次方成反比。其数学表达式为

$$F = K\frac{m_1 m_2}{\gamma^2}$$

式中，F 为作用力；K 为比例常数；m_1、m_2 为两个磁极的磁极强度；γ^2 为两磁极间的距离。

在实践中表明，磁体的周围也像电荷周围总存在着电场一样，存在着一种特殊物质，即磁场。磁极间的相互作用就是通过磁场来进行的，因此磁极在磁场里具有势能，同时磁场对磁极有磁场力的作用。如把不同磁极强度的检验磁极放在磁场里的同一位置上，它们所受到的磁场力大小不同，因而说明磁场力的大小与受力磁极的强度有关；而把同一磁极放在磁场的不同位置上，它所受到的磁力大小也不同。因此，磁场力的大小还与磁场本身的性质有关，而与检验磁极的磁极强度无关，且磁场力和磁极强度的比总是 F/m。人们在实验中就总用这个比值来度量磁场力的性质，其物理量就称为磁场强度。反过来，磁场强度也就表明了磁场力的特性。

磁场强度是一个矢量，其矢量方向常规定为：磁场中某一点的磁场强度的大小，等于放在那一点的检验磁极 N 极（北极）所受到的磁场力跟它的磁极强度之比，且磁场强度的方向，就是 N 极（北极）所受磁场力的方向。其数学表达式为

$$H = \frac{F}{m}$$

式中，H 为磁场强度；F 为磁场力；m 为磁极强度。在电磁学中，磁场强度也可以用磁力线来表示，即在磁场里画出一些直线或曲线，并使线上任一点的切线方向都与该点处的磁场强度方向一致，这些线就叫做磁力线。磁力线永不相交，用其疏密程度可表示磁场强度的大小，如图 1-4 所示。

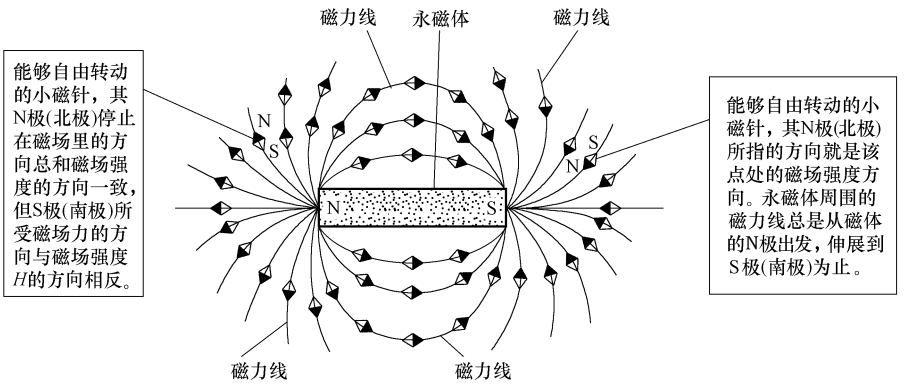


图 1-4　永磁体周围的磁力线

在图 1-4 中，永磁体周围的磁力线总是从磁体的 N 极（北极）出发，伸展到 S 极（南极）为止，并且越是接近磁极的磁力线，其密度越大，磁场强度也就越大；反之，越是远离磁极的磁力线，其密度越小，磁场强度也就越小。在磁场里，任一点处的磁场强度只有一个方向，并与该点处的磁力线的切线方向一致。

随着对电磁学的深入研究，1820 年丹麦物理学家奥斯特，通过实验揭示了电现象和磁现象之间的联系，即电流的周围存在着磁场，磁场的方向（即磁场强度的方向）和电流的方向有关。如用一根直导体，垂直地穿过一块水平玻璃板，并在玻璃板上撒一层很薄的铁屑，当电流通过导体时，用手指轻敲玻璃以振动玻璃板上的铁屑，铁屑便在电流磁场的作用下，沿磁力线方向排列起来，如图 1-5 所示。但为了明确导线中的电流方向与磁力线方向之间的关系，常用右手螺旋定则来表示，如图 1-6 所示。

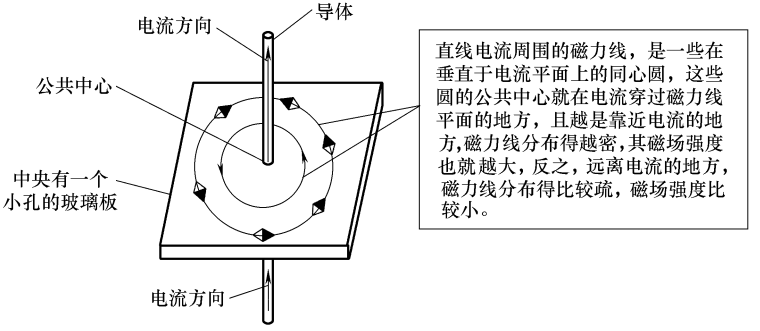


图 1-5　直线电流的磁力线方向

在图 1-6 中，用右手握住导线并把拇指伸直，如果拇指指向电流方向，那么环绕导线的四指就指出磁力线的方向。理论和实验证明：当一根很长的直导体中有电流通过时，在它的周围磁场里任一点处的磁场强度 H 与电流 I 大小成正比，而与这一点到导体的垂直距离 γ 成反比。其数学表达式为

$$H = \frac{I}{\gamma}$$

如果将导体做成环状，再给它通电时，磁力线的分布情况则是环绕通电导体的闭合曲线，如图 1-7 所示。但若将导线绕成螺线管形，则通电后磁力线分布情况如图 1-8 所示。

在图 1-8 中，通电螺线管的极性可用右手螺旋定则来说明：用右手握住螺线管，使环绕螺线管的四指指示电流的方向，则伸直的拇指所指的一端是 N 极（北极），即拇指指向磁力线发出的一端。理论和实践证明：长螺线管内部的磁场强度大致均匀，这个均匀磁场强度 H 通过导线的电流 I 及线圈的匝数 N 成正比，与螺线管的长度 L 成反比。其数学表达式为

$$H = N\frac{I}{L}$$

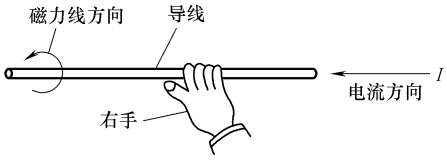


图 1-6　右手螺旋定则

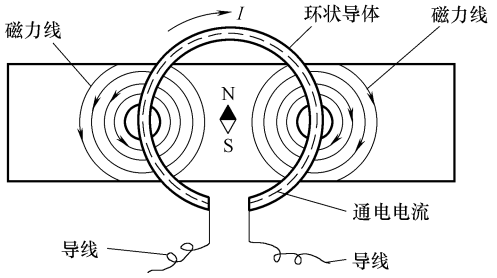


图 1-7　环中电流产生磁场的磁力线

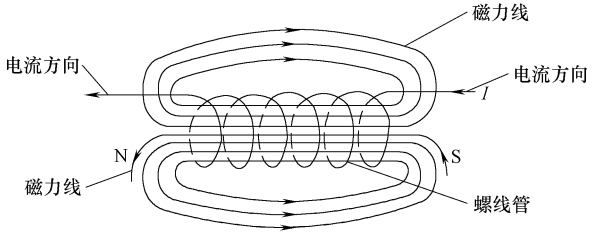


图 1-8　通电螺线管的磁场

（3）电磁振荡及固有频率

在电磁学中，能够产生振荡电流的电路叫做振荡电路，而在振荡电流周围同时存在具有周期性变化的电场和磁场，就叫做电磁振荡。在实践中，电磁振荡总是由 LC 振荡电路来产生的，如图 1-9 所示。

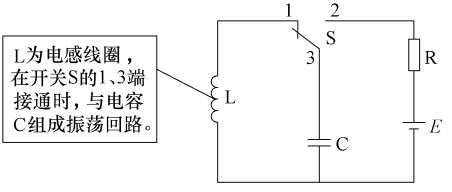


图 1-9　LC 振荡电路

在图 1-9 中，当开关 S 的 2、3 端接通时，电源 E 通过 R 和 C 构成回路，给电容 C 充电。当充电结束而又尚未放电的瞬时，电容器里的电场最强，这时闭合电路中的能量全部都是电场能。但在开关 S 的 1、3 端接通时，电容器 C 与电感线圈 L 形成闭合回路，电容器开始放电，但由于电感线圈 L 的自感作用，通过 L 的电流不能立刻达到最大值，而是逐渐增强，这时在电感线圈周围空间里的磁场也逐渐增强，同时电容器里的电场逐渐减弱。在这个过程中，电场能逐渐变成磁场能。在电容器放电结束的瞬间，电场消失，磁场达到最大强度。当电容器完全放电后，电感线圈 L 在自感作用下，仍使电路中感应电流的方向保持不变，但它们所带的电荷种类与原来的相反。因此，感应电流开始向电容器反向充电，电感线圈中的磁场能逐渐减弱，电容器里的反向电场逐渐加强，磁场能逐渐转变成电场能。随着磁场的消失，电容器两极板间的电场达到最大强度。此后，电容器又重新放电，并重复上述过程，于是在振荡电路中就出现了振荡电流。由于振荡电流是在电场和磁场交替过程中产生的，故这种振荡实际上就是电磁振荡，并且这种振荡为自由振荡。因此，在实际应

用中，还要通过一些方法对其振荡频率进行调整，并适时补充能量来补偿电路上的能量损失。

在电磁振荡过程中，完成一次全振荡所经过的时间，叫做振荡电流的周期。在1s内完成全振荡的次数，叫做振荡电流的频率。其相关的数学表达式为：

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \text{或} f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},\ f = \frac{1}{T}$$

式中，T 为固有周期；f 为固有频率；2π 为常数（$\pi = 3.1415926$）；L 为电感线圈的电感量；C 为电容器的电容量。上式中，L、C 的量值越大，振荡电流的周期越长，但频率越低；反之，L、C 的量值越小，振荡电流的周期越短，而频率越高。因此，改变 L 或 C 的量值，就可以改变振荡电路的周期，进而改变电磁振荡的频率。

（4）电磁波与微波发送

在电磁学中，法拉第电磁感应定律揭示了随时间变化的磁场周围伴随有随时间变化的电场；而麦克斯韦关于位移电流的概念则说明了随时间变化的电场周围也伴随有随时间变化的磁场。因此，当导线里有振荡电流时，它的周围就会产生变化的磁场，而变化的磁场在附近空间又会产生变化的电场，进而变化的电场又产生变化的磁场，从而形成电磁波向远处空间传播。在电磁波的传播过程中，电场强度和磁场强度彼此间永远互相垂直，并且它们都垂直于电磁波的前进方向。因此，电磁波是一种横波，如图1-10所示。

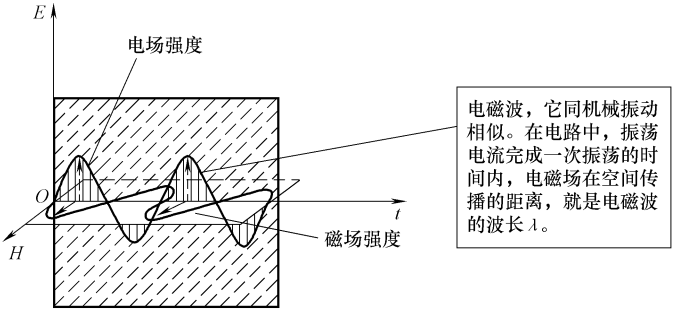


图1-10　电磁波传播示意图

经过大量的科学实验证明：电磁波的传播具有很高的速度，在真空中等于光的速度 3×10^{10}cm/s，在空气中也很接近这个数值。同时电磁波又具有一定的波长。电磁波的波长 λ 和频率 f 的乘积等于电磁波的传播速度 C。其数学表达式为

$$C = \lambda f \text{或} \lambda = \frac{C}{f}$$

在电磁波的实际应用中，常被划分为许多波段，不同波段的电磁波都有不同的应用及传播特性，并组成了电磁波谱。其频段范围及应用见表1-1，电磁波谱如图1-11所示。

表 1-1　电磁波的频段范围及应用

频段名称	符号	波长/m	频段范围/kHz	应 用 范 围
极长波	ELF	$10^7 \sim 10^8$	$(3 \sim 30) \times 10^{-3}$	为极低频段,用于地下通信等
超长波	SLF	$10^6 \sim 10^7$	$(30 \sim 300) \times 10^{-3}$	为超低频段,用于地质探测等
特长波	ULF	$10^5 \sim 10^6$	$(300 \sim 3000) \times 10^{-3}$	为特低频段,用于水下通信等
甚长波	VLF	$10^4 \sim 10^5$	3 ~ 30	为甚低频段,用于导航、声呐传递
长波	LF	$10^3 \sim 10^4$	30 ~ 300	为低频段,用于无线电信标、导航
中波	MF	$10^2 \sim 10^3$	300 ~ 3000	为中频段,用于调幅广播等
短波	HF	$10 \sim 10^2$	300 ~ 30000	为高频段,用于电话、电报、传真等业务
米波	VHF	$10^0 \sim 10^1$	30000 ~ 300000	为甚高频段,用于电视、调频广播、空中交通管制等
分米波	UHF	$10^{-1} \sim 10^0$	$300000 \sim 3 \times 10^6$	为特高频段,用于电视、卫星通信、移动通信等
厘米波	SHF	$10^{-2} \sim 10^{-1}$	$(3 \sim 30) \times 10^6$	为超高频段,用于微波线路、卫星通信等
毫米波	EHF	$10^{-3} \sim 10^{-2}$	$(30 \sim 300) \times 10^6$	为极高频段,用于雷达、卫星遥感等
亚毫米波	SEHF	$10^{-4} \sim 10^{-3}$	$(0.3 \sim 3) \times 10^6$	为超极高频段,用于卫星通信等

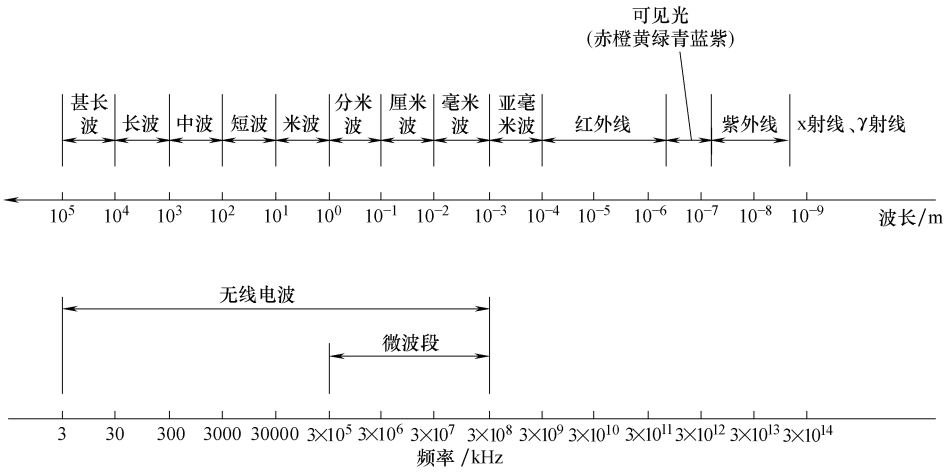


图 1-11　电磁波谱示意图

然而，在闭合振荡电路的电磁振荡过程中，闭合电路里的电场能几乎完全集中在电容器两块极板中间，而磁场能几乎完全集中在电感线圈内，辐射出去的能量极少，因此，这种闭合振荡电路几乎没有电磁波的发送能力。但如果把闭合振荡电路改成感应耦合式开放振荡电路，它的辐射能力就会大大加强，如图 1-12 所示。其中开放电路在空

中的一部分导线 A 叫做天线，与地连通的导线 B 叫做地线，电磁波就是通过天线和地线组成的开放电路发送出去的。这种发送方法就叫做感应耦合。如果适当调整图 1-12 中 C、L_2 的参数值及振荡电流，使电场与磁场的交变频率处于电磁波谱中的微波段范围内，由 L_1 感应耦合形成的电磁波就是微波，并经天线 A 发送出去。

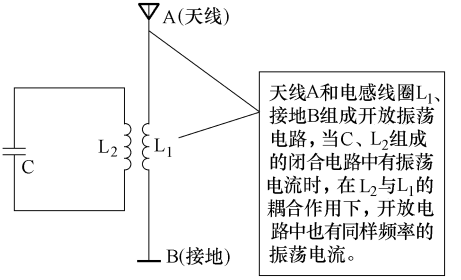


图 1-12　感应耦合式开放振荡电路示意图

2. 微波的传输特性及应用

在电磁学中，电磁波是在特定的媒质中电场和磁场随时间不断扰动的无线电波，它在自然界中无处不在，无时不有，它在人类的活动中应用十分广泛，但总体上分为两个方面：一个是作为信息载体进行应用，如通信、导航、电视、遥感等；另一个是作为能量载体进行应用，如微波加热、食品加工、医学疗伤等。其中，微波的应用最为活跃、广泛，也最为成熟。下面主要介绍微波的传输特性及应用。

（1）微波的传输特点

微波是处于电磁波谱中高频段的一种横波，其频率范围是 300MHz ~ 300GHz，对应的波长为 1m ~ 1mm，如图 1-11 中的微波段所示。但它与其他波段上的电磁波有一些不同的传输特性：

1）具有光的特性。在微波的传输过程中，当波长和物体的尺寸有相同量级时，微波的特点会与声波相近，产生反射和绕射。但当波长远小于物体的尺寸时，微波的传输特性又会与几何光学的特性相似，其传播路径近于直线，因而微波具有光的特性。利用微波的似光特性，在微波段就能制成具有高方向性的系统，如抛物面反射器等。

2）具有高频特性。在无线电波中，微波频率较其他无线电波的频率较高，如图 1-11 所示。同时还可以看出，微波的相应频带较宽，携带的信息容量也较大，因而使微波通信得到了广泛应用。但随着频率升高，物质对微波的影响会增大，甚至会被雨水吸收，引起衰减，使通信不畅或中断。

3）具有电离层穿透特性。在自然界中，由于大气中各种粒子对不同波长电磁辐射的吸收和反射，只有某些波段范围内的天体辐射才能到达地面。因此，按电磁波所属范围可分为光学窗口和射电窗口，如 1mm ~ 30m 的无线电波可用于观测天体。

4）具有短周期的振荡特性。在无线电波中，微波段与其他波段相比较，微波的振荡周期很短，低频段范围内所使用的元器件对于微波已不再适用。因此，在微波应用领域，就必须研制能够适用于微波的特殊器件，如微波放大器、速调管、行波管、磁控管等。

5）具有热效应。在实验中，某些物质吸收微波后会产生热效应，因此可以利用微波作为加热和烘干的手段进行食品加工，其特点是加热速度快而均匀。

6）具有穿透性。在实验中，微波可以深入物质内部，与分子和原子产生相互作用。因此，利用微波的穿透特性，可探测物质的内部结构。

总之，由于微波所具有的一些传输特性，在工农业生产及医疗、科学研究等方面，已被广泛应用，并已成为无线电电子学的一门重要的分支。

（2）微波的应用

在人类社会中，随着科学技术的不断发展，微波技术已在人们的工作、生活中得到了广泛应用，如无线电通信、雷达系统、微波炉等。

1）微波在无线电通信技术中的应用。

在无线电波中，微波段中的900MHz和1800MHz被开发用于移动通信的频率，使移动通信已成为无线电通信产业的最大组成部分之一，因而形成了微波通信技术。微波通信与其他无线电波的通信最大的区别在于，微波能够穿透电离层而进入宇宙空间。因此，微波技术在地面微波接力通信和卫星通信的领域中有着很重要的应用。无线移动电话就是主要通过地面接力通信来实现的，而全球定位系统（GPS）则主要是由卫星通信来实现的。有关应用技术，由于远离本书的宗旨，故这里就不予多述。

2）微波在雷达系统中的应用。

微波在雷达系统中的应用是微波最早应用技术之一，主要用于无线电搜索和测距。雷达系统是运用各种无线电定位方法，探测、识别各种目标，及测定目标坐标和其他信息的装置。但有关这方面应用技术，由于远离本书宗旨，故这里也不予讲述。

3）微波加热技术的应用。

在无线电波的微波段中，由于微波具有热效应，故被人们采用金属波导与谐振腔等技术运用到食品加工领域。微波炉就是最为典型的应用微波加热技术的产品之一。微波加热技术主要是利用空心金属管来传输高功率电磁场的能量。空心金属管作为金属波导可以传输厘米波段至毫米波段的电磁波，即微波。但如何产生高功率的微波，又如何对食品进行加热，则是微波炉的核心技术，也是本书所涉及的核心内容。有关内容将在后面的章节中逐渐引出，并将进行详细的分析介绍，这里暂不多述。

二、微波及微波分类

1. 微波的频段范围

微波是无线电波中的高频部分，其频率范围为300MHz～300GHz，在电磁波谱中对应于分米波和厘米波、毫米波波段，如图1-11所示。其中，分米波段的波长为10^{0}～10^{-1}m，即1dm～1m；厘米波段的波长为10^{-2}～10^{-1}m，即1～10cm；毫米波段的波长为10^{-3}～10^{-2}m，即1mm～1cm。因此，微波的频段范围是在分米波至毫米波之间，其对应的波长为1mm～1m。

在微波的频段范围内，仍有十分丰富的波谱，可开发用于不同的通信等业务中。但这必须由国际无线电管理组织统筹分配。

2. 微波分类及应用

在无线电波的微波波段中，通常是划分为300MHz、3GHz、30GHz和300GHz 4个波段。但在国际上又有更详细的划分，把微波分类为具有不同用途的许多波段：

1）UHF波段，频率范围在0.3～1.12GHz，波长为0.3～1.0m，属于分米波，其中900MHz频段用于移动通信。

2）L波段，频率范围在1.12～1.7GHz，波长为0.3～0.35m，属于分米波，用于电

视、卫星通信、飞机导航等。

3）LS 波段，频率范围在 1.70～2.60GHz，波长为 0.13～0.35m，属于分米波，其中 2.45GHz 用于家用微波炉。

4）S 波段，频率范围在 2.60～3.95GHz，波长在 0.09～0.13m，属于厘米波，用于卫星通信等。

5）C 波段，频率范围在 3.95～5.85GHz，波长为 0.05～0.09m，属于厘米波，用于卫星通信等。

6）XC 波段，频率范围在 5.85～8.20GHz，波长为 0.03～0.05m，属于厘米波，用于卫星通信等。

7）X 波段，频率范围在 8.20～12.40GHz，波长为 0.01～0.03m，属于厘米波，用于卫星通信等。

8）Ku 波段，频率范围在 12.40～18.00GHz，波长为 0.009～0.01m，属于毫米波，用于卫星通信等。

9）K 波段，频率范围在 18.00～26.50GHz，波长为 0.007～0.009m，属于毫米波，用于卫星通信等。

10）Ka 波段，频率范围在 26.50～40.00GHz，波长为 0.004～0.007m，属于毫米波，用于卫星通信、机载雷达等。

11）Q 波段，频率范围在 33.00～50.00GHz，波长为 0.003～0.005m，属于毫米波，用于卫星遥感、短路径通信等。

12）U 波段，频率范围在 40.00～60.00GHz，波长为 0.002～0.004m，属于毫米波，用于短路径通信等。

13）M 波段，频率范围在 50.00～75.00GHz，波长为 0.001～0.003m，属于毫米波，用于短路径通信等。

14）E 波段，频率范围在 60.00～90.00GHz，波长为 0.0008～0.002m，属于亚毫米波，用于短路径通信等。

15）F 波段，频率范围在 90.00～140.00GHz，波长为 0.0004～0.0008m，属于亚毫米波，用于短路径通信等。

16）G 波段，频率范围在 140.00～220.00GHz，波长为 0.0002～0.0004m，属于亚毫米波，用于短路径通信等。

17）R 波段，频率范围在 220.00～325.00GHz，波长为 0.0001～0.0002m，属于亚毫米波，用于短路径通信等。但亚毫米波已不在微波波段范围内，它已临近红外线波。

三、微波的加热原理

1. 分子热运动

在物理学界，分子运动论证实：一切物体都是由极小的微粒组成，而这些微粒又在不断地运动着和相互作用着。1827 年英国科学家布朗通过显微镜又证实：悬浮在液体中的花粉微粒在不停息地做混乱运动，而且微粒越小，其运动越激烈。这种微粒运动就叫做布朗运动，其运动的粒子称为布朗粒子。但当时对布朗运动这一现象，人们则误认为是受外界影响所致。直到 1912 年，德国细菌学家贝林仔细观察并记录了布朗粒子运

动的轨迹后，发现布朗粒子比分子大很多，并处于大量分子的包围中。由于分子做无规则运动，不断地撞击布朗粒子，并且在任一短小的瞬间，从不同方向上碰撞布朗粒子的分子数目，以及每个分子作用于布朗粒子的冲力都不尽相同，使布朗粒子在受力不平衡的状态下，在冲力的合力方向上产生加速度，进而改变了布朗粒子运动的方向和快慢，因而就产生了布朗运动，并显示了分子运动的特征，如图 1-13 所示。

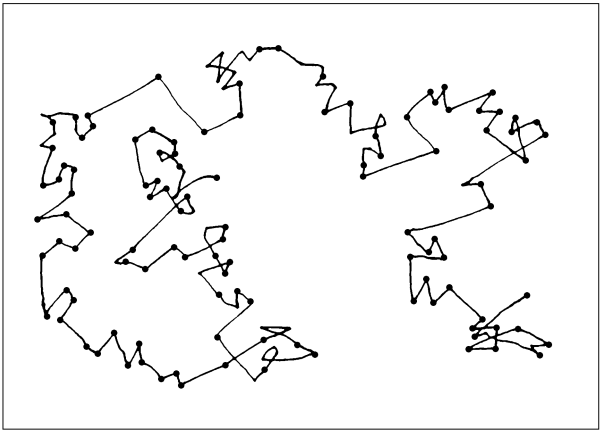


图 1-13　做布朗运动的小颗粒的位移

在分子运动论中指出：

1）自然界的一切物体都是由大量分子组成的，并且一切分子都处于永不停息的无规则运动中，所以分子本身都具有动能。

2）组成物质的分子间有一定的距离，气态物质分子间的距离最大，所以气体最容易压缩；液态和固态物质分子间的距离比较小，所以液体和固体不容易压缩。

3）分子间有相互作用力，这种作用力有时表现为引力，有时表现为斥力。当分子间的距离等于或小于分子作用球的半径时，分子间的作用才会表现出来。

4）大量分子的无规则运动叫做热运动，分子热运动的平均动能决定了物体的温度。温度升高就标志着分子热运动平均动能的增加；反之，温度降低就表示分子热运动平均动能的减少。由于分子间的相互作用而具有的势能，就叫做分子的势能，而分子做无规则运动所具有的动能，叫做分子的动能。

因此，布朗运动揭示了分子热运动。在热力学中，物体分子无规则运动的动能和由分子间相对位置所决定的势能的总和，叫做物体的内能，一切物体都是由相互作用而又不断运动着的分子构成的，所以任何物体都具有内能。但通过大量的物理实验证明：通过做功可以改变物体的内能，如锯木、车削加工等。运动物体在克服摩擦力或媒质阻力做功时，物体就会变热。热传递也会改变物体的内能，如用熨头熨衣服时，衣服的温度升高等。因此，能够改变物体内能的物理过程有两种，即做功和热传递，或两种方式同时起作用。

实验和理论表明：热传递实质上是内能的传递，即内能从一个物体转移到另一个物

体，或者从物体的一部分转移到同一物体的邻近部分的过程。在热传递过程中，内能永远自发地从温度高的物体向温度低的物体传递，直到这些物体达到了热平衡，热传递才会停止。

在热传递过程中，常有三种方式：一是对流，即依靠液体或气体本身的流动而实现的热传递过程；二是传导，即内能由物体的一部分传递给另一部分，或者从一个物体传递给另一个物体，而同时并没有物质的迁移；三是辐射，即不依靠气体或液体的流动，也不依靠物体传导，而是借助于不同波长的各种电磁波来传递内能，如太阳和地球之间有很长一段真空地区，但地球还是从太阳那里得到了大量的能量，这些能量就主要依靠太阳光（即可见光，其波长约为 $10^{-6}\sim10^{-7}$m）的辐射所得到。因此，辐射加热则是微波炉的理论基础。

2. 微波辐射加热

微波辐射与其他所有电磁波辐射一样，也是一种自然现象。在人为控制下，当微波辐射到食物上时，食物分子被微波电场极化，并随着微波电场方向的反复变动，极性分子便会相应地随之反复摆动，在摆动过程中，分子间将产生摩擦，从而使食物的内能增加，即实现了电磁能转变为热能，即微波辐射加热。

在微波辐射食物过程中，由于微波的频率很高，约为 300MHz～300GHz，故食物中分子热运动的频率也很高，从而使食物的温度因分子间产生大量的摩擦热而迅速升高。但用于加热食物的微波频率在国际上严格规定在 2450MHz，因此微波炉的微波发射频率也必须是 2450MHz。

在现实生活中，微波炉已被广泛使用，它虽然加热食物快，却因分子热运动，会使被加热的食物中的水分大量蒸发，从而使食物变干。

四、磁控管及其安全使用

磁控管是一种能够发射微波的真空器件，如图 1-14 所示。磁控管主要由阳极谐振腔、直热式阴极、永久性磁铁及发射天线等组成。它是微波炉中的最重要的核心器件。

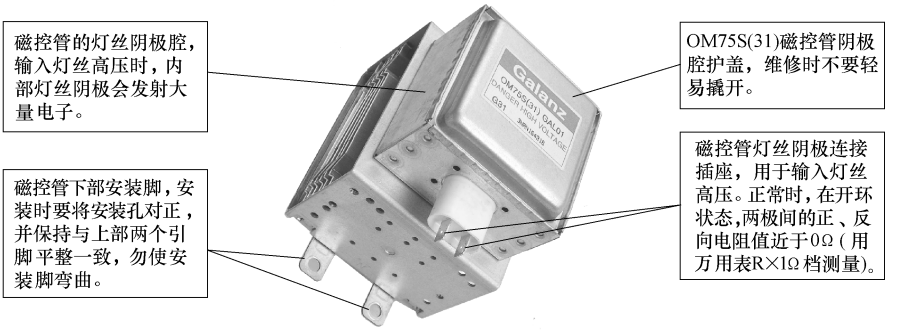
1. 磁控管的发射原理

磁控管的发射原理主要是依靠谐振腔产生微波及电磁波导行。其基本结构及工作原理示意图如图 1-15 所示。

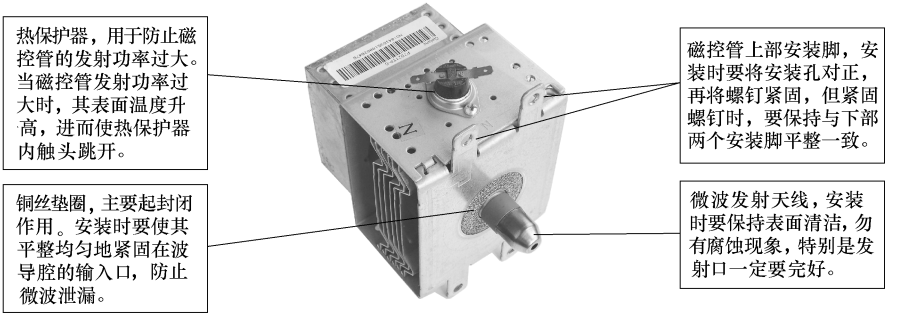
（1）波导与谐振腔

在磁控管中，其核心技术主要是波导与谐振腔，它们是由高电导率的无氧铜制成，如图 1-14c 中散热片中间部分的圆柱体所示。所谓波导，就是电磁波导行，即能够使电磁波沿导波装置进行传播。在生产实践和科学实验中，常用的导波装置有双线传输线、同轴线、金属波导管等，但它们可用于传播不同模式的电磁波。其中金属波导管，可以传输厘米波至毫米波段的电磁波，是微波段的传输线，非常适合应用在磁控管中。

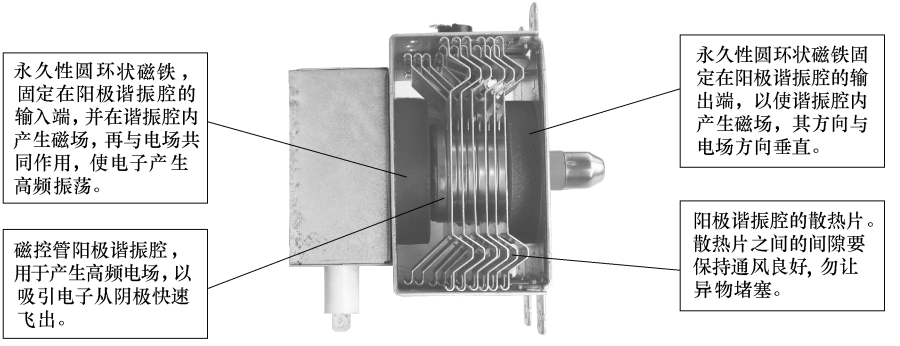
金属波导管在作为导波装置应用在磁控管中时，还作为产生微波的谐振腔。所谓谐振腔，就是能够使电磁波在两端来回反射并产生振荡的装置，即金属空腔谐振器。如果将金属空腔谐振器的一端短路，那么电磁波将被反射回来，若再把它的另一端短路，电



a) 磁控管后面侧视图



b) 磁控管前面侧视图



c) 磁控管侧面平视图

图 1-14　磁控管实物图

磁波将再次反射，因而形成频率较高的导行电磁波。

在导行电磁波中，随着频率的增高，其振荡回路就越不适合由集总元件来组成。所谓集总元件，主要包括电阻、电容、电感，由它们组成的电路，被称为集总电路。其中

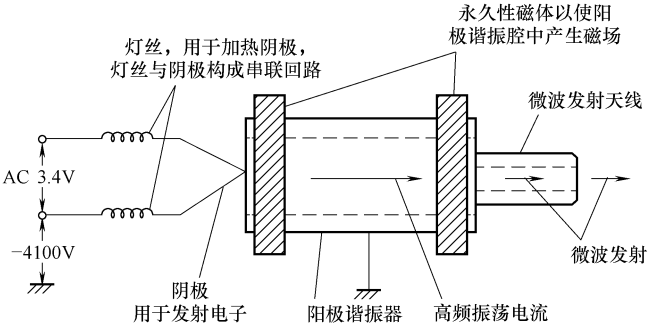


图 1-15　磁控管基本结构及工作原理示意图

电容为存储电场能量的集总元件，电感为存储磁场能量的元件。所谓集总，是把部件的电场和磁场分隔开，使电场只与电容元件相关联，磁场只与电感元件相关联，这样两种能量之间就不存在相互影响，而电场与磁场间的相互作用将产生电磁波，但有一部分能量将通过辐射损失掉。因此，只有在辐射能量可以忽略不计的情况下才能采用集总的概念，即只有电感和电容两种部件的尺寸远小于正常工作频率所对应的波长时，才是采用集总概念的条件。

在集总概念中，电感和电容的尺寸越小，其参数的量值越小，由其组成的回路就越适用于微波振荡。回路中的 L 和 C 越小，结构加工就越困难。同时由于元件尺寸小接近高频电磁波波长时，容易产生辐射，并且由于微波段的集肤效应，还会使振荡回路产生很大的损耗。因此，为解决上述诸多难点，在磁控管中的微波振荡回路就采用了金属空腔谐振器。其腔内结构及工作原理示意图如图 1-16 所示。

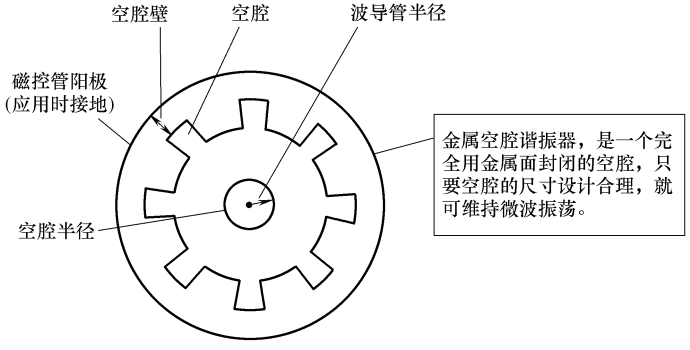


图 1-16　金属空腔谐振器切面及工作原理示意图

在图 1-16 中，空腔壁及对应空腔的长度相当于一个具有一定参数的电感 L，而空腔则相当于一个具有一定参数的电容 C，故每个空腔壁及空腔都相当于一个 LC 并联谐振器。而若干个空腔壁及空腔的组合，就相当于由若干个串联在一起的 LC 并联谐振器组成的集总参数振荡回路。适当地制作空腔壁、空腔及空腔半径的尺寸，就可以适用具有 2450MHz 的微波振荡。

（2）阴极电子与高频振荡

阴极电子与高频振荡是磁控管能够发射微波的必要条件。阴极电子是由特殊阴极来发射的，如图 1-17 所示。在实际应用中，磁控管的阴极相对阳极加有 4100V 的高压，以形成高压电场，而磁场则由组装在微波谐振器外面的环状磁钢产生，其环状磁钢见图 1-14c。

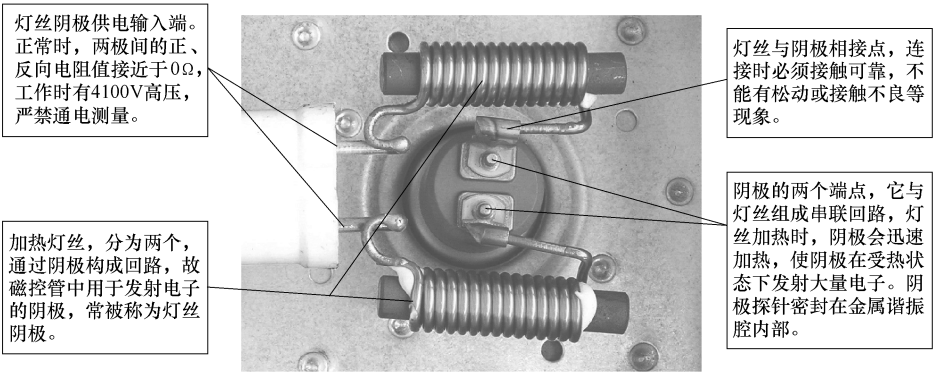


图 1-17　磁控管灯丝阴极实物图

在磁控管中，当有灯丝电压和阴极电压加入时，阴极将有电子发出，并在高压电场力的作用下，高速飞向阳极，使阳极产生极大的电流。在这一过程中，电子是在做加速飞行，并在磁场力的作用下绕阴极轴线运动。与此同时，在高电压的作用下，阳极谐振腔内也存有高频电场，当做绕动飞行的电子的旋转速度与谐振腔中的高频电场的固有频率同步时，便发生共振，即高频振荡，其振荡能量则以微波形式经天线发出，而能量的损耗，则由电子束的强度补偿，以维持高频振荡。

因此，在微波谐振器中，电储能与磁储能在阴极发射的电子束的作用下时刻在变化和互相转化着，它与低频集总参数谐振回路中的振荡现象相似。在谐振频率上，腔内的电储能和磁储能也达到最大，且等于总储能，而谐振腔内的电磁场成为驻波场。因此，在微波炉的磁控管中，要完成微波振荡，就必须要有高压电场和与电场相互垂直的磁场。

（3）电磁激励与微波发射

1）电磁激励。

在磁控管中，电磁激励的作用是能够使微波源向波导内有限空间辐射或从波导的有限空间接收电磁信息。因此，电磁激励主要用于导波的激励与耦合，而激励是为了在传输系统中建立起所需的传输波，耦合则是将已有的传输波在另一个元器件中建立起所需的传输波的过程。

在生产实践和科学实验中，导波的激励方法有电激励、磁激励和电流激励三种方法。

电激励类似于电偶极子的辐射，它将同轴线内的导体延伸一小段，沿电场方向插入波导内构成探针激励。小探针在其附近空间将激起很多模式的场，当波导满足单模传输条件时，只有横磁波向远处传播，而其他的高次模因不满足传输条件而很快被衰减掉。

磁激励类似于磁偶极子辐射，它要求在场磁分布最强的地方放入激励磁环（即磁偶极子），并使磁环的法线方向与磁力线平行。

电流激励类似于电流源的辐射，它主要用于波导之间的激励。

在微波炉的磁控管中，导波激励主要是电激励和磁激励。

2）微波发射。

微波发射主要是指导波装置能够将微波传播出去。在微波炉的磁控管中，能够传播微波的导波装置是圆形波导，由其传出的微波经天线发射出去。其发射功率是由阴极和阳极之间的电压来决定的，这个电压差越高，发射微波的功率就越大；反之，这个电压差越小，发射微波的功率就越小。

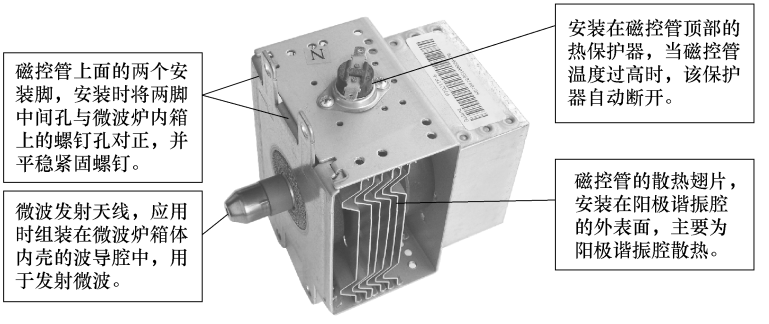
因此，磁控管的微波发射能力，是由磁场强度、阴极射向阳极的电子强度，以及磁控管的温度和发射天线的尺寸等共同决定的。

2. 磁控管的安全使用

（1）磁控管的额定功率与过热保护

1）磁控管的额定功率

磁控管的额定功率主要是指磁控管的微波输出功率。在家用微波炉中磁控管的额定输出功率一般为700～900W，不同功率的微波炉，所用磁控管的额定功率也不同，故微波炉的功率也就是磁控管的功率。如格兰仕WP700型机械式微波炉中采用的OM75S（31）型磁控管的额定输出功率就为700W。其实物如图1-18所示，有关技术参数见表1-2。



a) OM75S(31)磁控管侧面视图

b) OM75S(31)磁控管阴极腔护盖实物图

图1-18　OM75S（31）磁控管实物图

2）过热保护

过热保护是对磁控管自身温度过高的一种保护，它主要由安装在磁控管上面的过热保护器进行控制。

表 1-2　OM75S（31）磁控管技术参数

项目	参数	备注
固定频率	2450MHz	国际标准
微波输出功率	700W	与 700W 微波炉配套使用
平均输出功率	450W	
阴极类型	直热式炭化钍钨阴极	
灯丝电压	3.4V(交流)	磁控管灯丝电压一般为 3.1～3.5V
灯丝电流	10.5A	磁控管灯丝电流一般为 10～20A
灯丝冷态电阻	0.05Ω	
预热时间	3s	
阴极电压	－4100V	阴极电压相对地电位为负值,一般在－4100～－3600V
阴极和阳极间电压峰值	4.1kV	
阳极电流	200mA	磁控管阳极电流一般为 200～550mA
效率	72%	
冷却风量	0.8m^3/min	磁控管正常工作时需要的冷却风量不得小于 0.8m^3/min
阳极温度	240℃	磁控管外表面温度在正常工作时不超过 240℃
存储温度	－30～60℃	

在磁控管中，由阴极射向阳极的电子强度，总与灯丝电压和阴极相对阳极的高压电场有关，灯丝电压越高，阴极被加热的程度越高，发射电子的数量就越多。若阴极相对阳极的电压升高，阴极相对阳极的高压电场就越强，电场力就越大，飞向阳极电子的速度就越快，从而使电子束的强度增大，进而又使阳极电流增大，功耗增加，磁控管外表面的温度升高。当磁控管外表面升高温度超过 120℃时，安装在磁控管外表面上的过热保护器（即温控开关）的内置开关将自动断开，切断磁控管的供电电源，因而形成过热保护。

因此，在磁控管处于过热保护状态时，一定注意检查加到磁控管阴极的灯丝电压和阳极高压（有关安全检查方法将在后面的章节中介绍）。同时，也要注意检查过热保护器是否正常，必要时可将过热保护器换新。但要注意在更换过热保护器时，一定要保持与原型号的温度标称一致，不可使用大于原标称温度的过热保护器，更不能用导线直接接通，以避免由于磁控管的发射功率过大，而造成微波泄漏，对人体构成伤害。

（2）微波发射天线及保护措施

在微波炉的磁控管中，微波发射天线的质量好坏，直接影响微波发射的能量和方向。因此，在微波炉使用中，必须要保持磁控管的微波发射天线始终完好，如图 1-19 所示。

图 1-19　磁控管发射天线实物图

在磁控管中，发射天线的基本功能应具有良好的匹配性和极化性。匹配性主要是能够使导行电磁波和辐射电磁波尽可能多地互相转换；极化性主要是能够发射规定极化的电磁波。在微波炉中，为使微波发射天线不受侵害，总将发射天线安置在微波炉内壳的波导腔中，并使天线帽指向微波炉内腔，如图 1-20 所示。但在实际应用中，为保护微波发射天线不受微波炉内腔蒸汽的侵蚀，还常选用一片云母片作为波导挡板，安装在微波炉内壳的波导腔输出口，如图 1-21 所示。

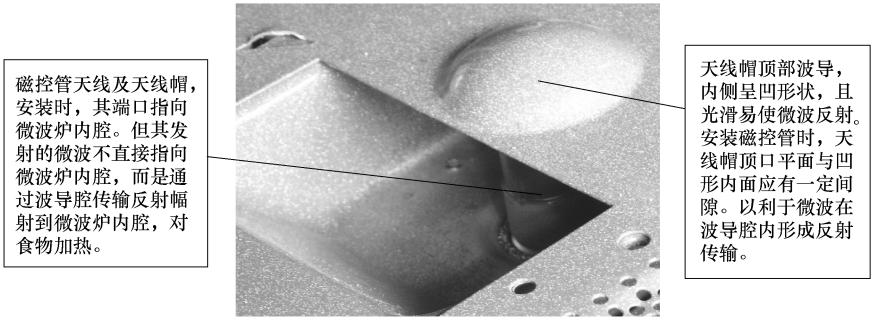


图 1-20　天线帽安装位置实物图

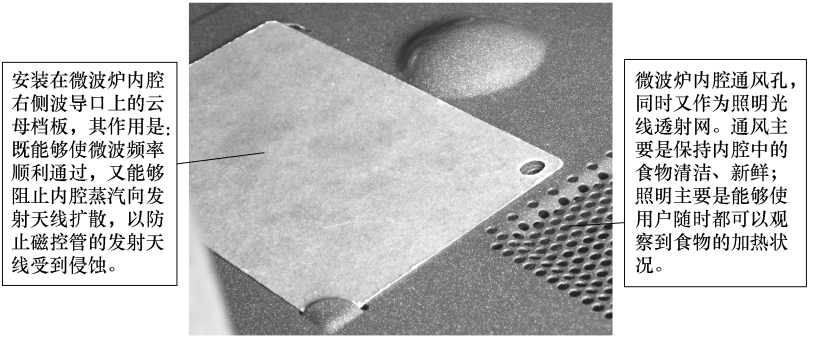


图 1-21　云母波导挡板实物图

总之，在磁控管使用过程中，发射天线根部的铜质垫圈和安装在微波炉腔内波导输出口的云母挡板，是安全使用磁控管的重要措施，维修时一定要特别注意两者是否完好。

第二节　微波炉的电路组成及功能作用

微波炉的电路组成看上去比较简单，特别是机械式微波炉，由于没有较复杂的电子控制电路，就更显得线路简洁。机械式微波炉实物如图 1-22 和图 1-23 所示，电路原理图如图 1-24 所示。它主要分为门控电路、照明电路、转盘驱动电路、风扇驱动电路、高压整流输出电路、微波发射电路等几个部分。在微电脑控制式微波炉中，除具有机械式微波炉所具有的功能电路外，还设有微控制器电路和低压电源电路。因此，在了解微波炉的电路组成时，就应首先懂得各单元电路的功能作用。

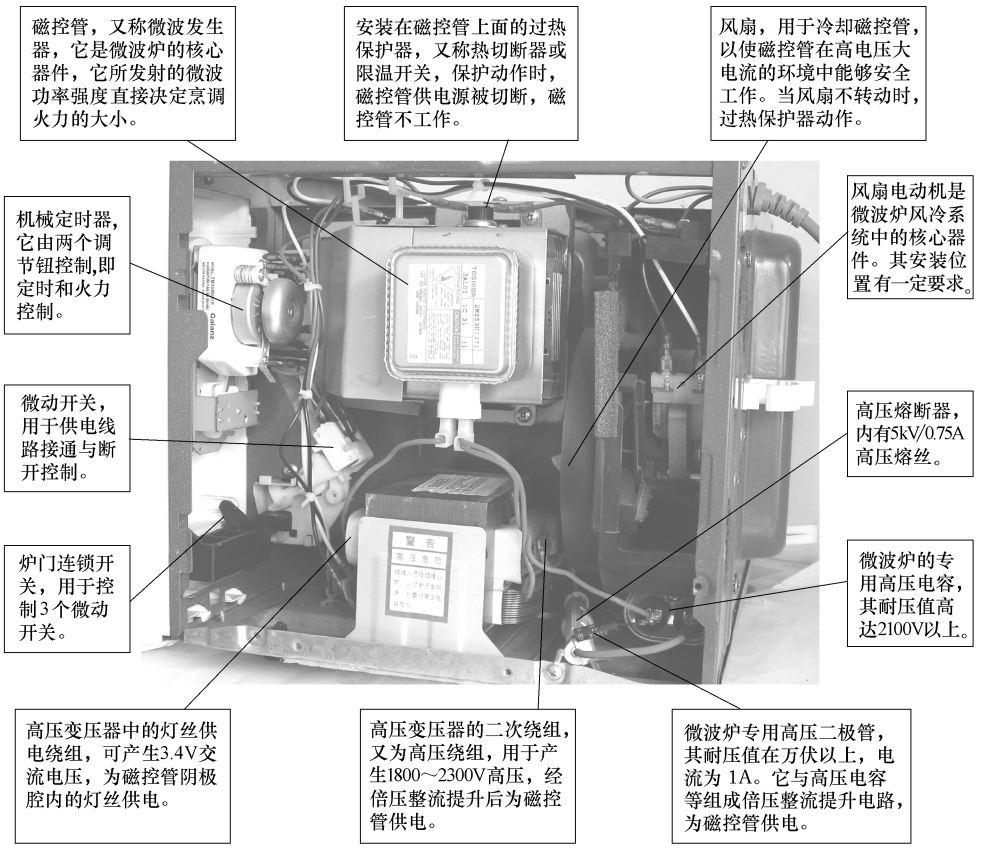


图 1-22　机械式微波炉内部侧翼元器件实物图

注：该图为格兰仕 WP800T 型微波炉内部元器件实物图，仅供参考。

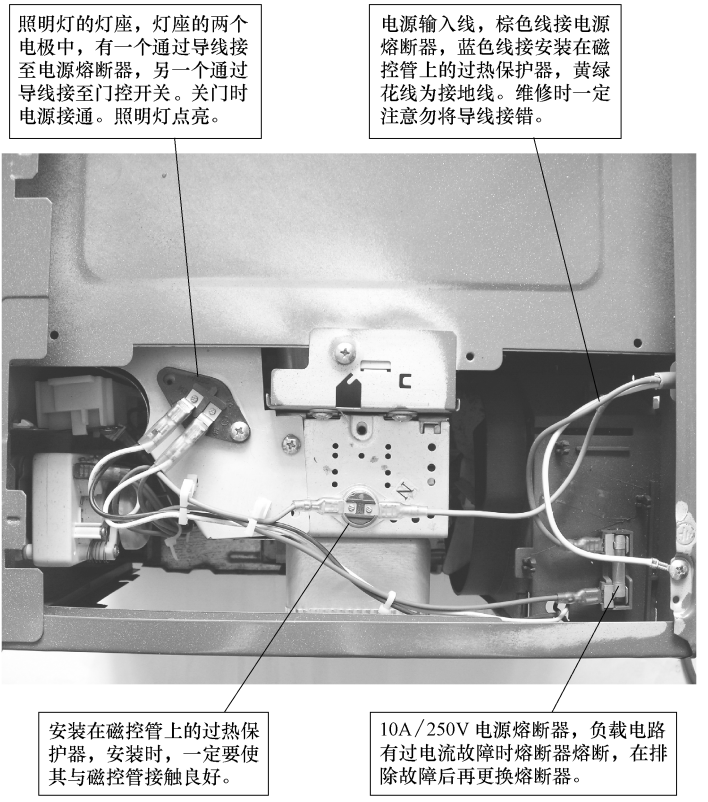


图 1-23　机械式微波炉顶部线路实物图

注：该图为格兰仕 WP800T 型微波炉机内元器件实物图，仅供参考。

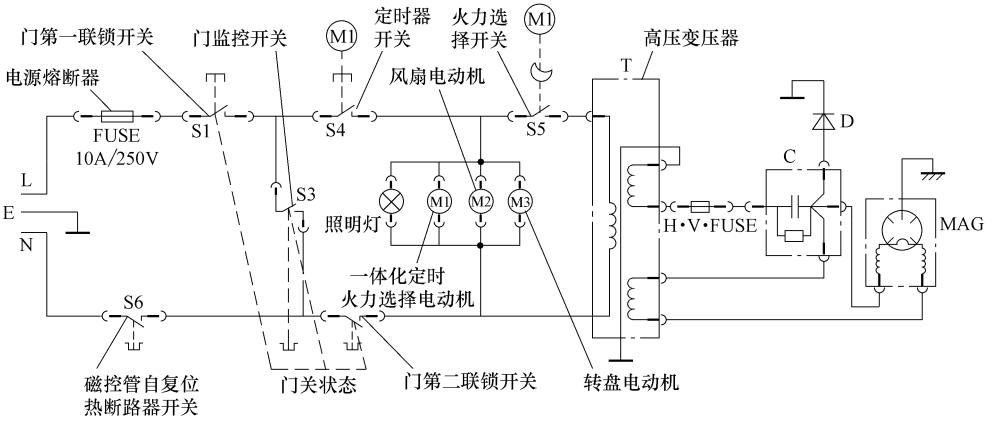


图 1-24　机械式微波炉电路原理图

注：该图为格兰仕 WP800 型微波炉中的整机电路原理图。

图中条件是在炉门关状态；定时器置于零刻度；火力选择旋钮置于高火位置。

一、门控电路

在机械式微波炉中，门控电路主要由门控联锁开关和一体化定时器及火力选择电动机等组成，如图 1-25 所示。

图 1-25　机械式微波炉中门控电路实物图

1. 门控联锁开关

门控联锁开关主要由 S1、S2、S3 3 只轻触开关及总承骨架等组成，如图 1-26 所示。它们是在门钩的控制下呈接通或断开状态，其电路原理图见图 1-24。

（1）S1 门控第一联锁开关

在图 1-24 中，S1 门控第一联锁开关，安装在总承骨架的上端，见图 1-26b。S1 与电源熔断器相接，用于控制由电源熔断器输入的市网电压。但 S1 是受炉门内侧上面的门钩控制。如图 1-27 所示。

当关闭炉门，炉门上端门钩插入第一门控联锁开关（S1）控制孔时，门钩压下 S1 轻触开关上的按键，使其内部的触头开关闭合，如图 1-28c 中所示。当 S1 第一门控联锁开关闭合接通时，通过 220V 电源熔断器的 L 端输入线路与一体化定时器的定时开关

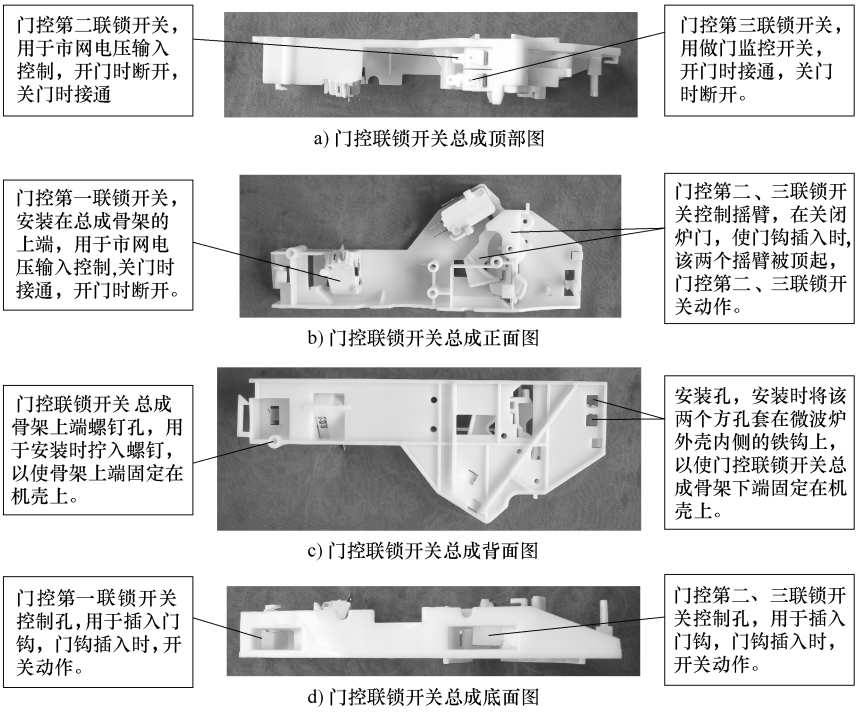


图 1-26　门控联锁开关总成实物图

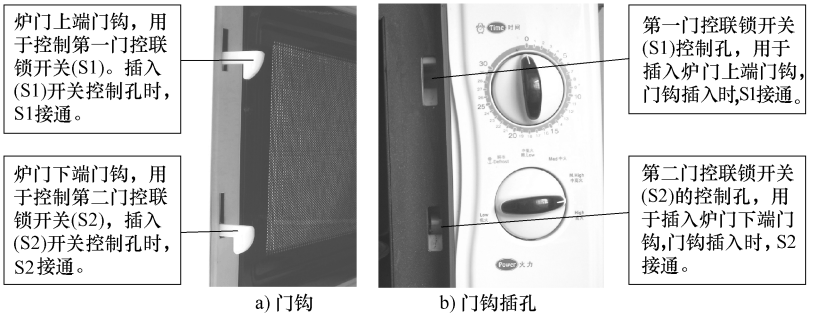


图 1-27　门钩控制位置实物图

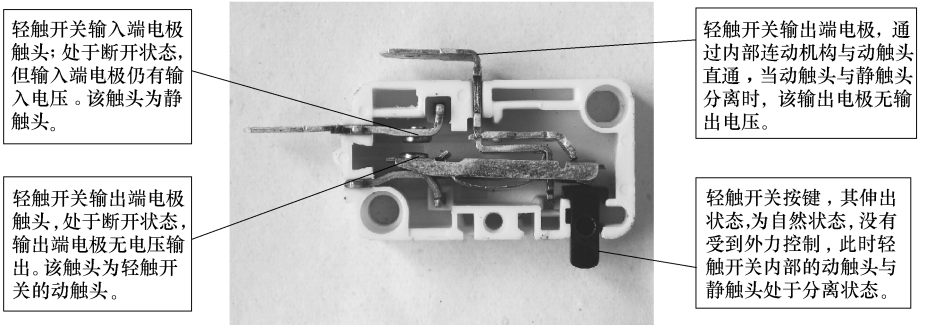
（S4）输入电极 A 接通，为定时器预备工作做好准备，如图 1-29 所示。

（2）S2 门控第二联锁开关

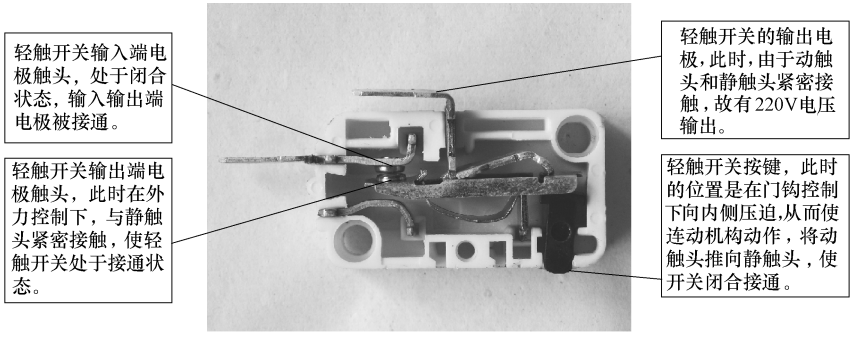
在图 1-24 中，S2 门控第二联锁开关，安装在总成骨架的下端，见图 1-26a。S2 与安装在磁控管表面上的过热保护器相接，用于控制由过热保护器输入的市网电压。但 S2 与 S1 同步受控于门钩，其内部结构与 S1 相同，见图 1-28。

当关闭炉门，炉门下端门钩插入第二门控联锁开关（S2）控制孔时，门钩压下 S2 轻触开关上的按键，使内部的触头开关闭合，见图 1-28c。当 S2 第二门控联锁开关闭合

a) 第一门控联锁开关(S1)外表型号实物图



b) 第一门控联锁开关(S1)内部断开状态实物图



c) 第一门控联锁开关(S1)内部闭合状态实物图

图 1-28　第一门控联锁开关（S1）实物图

接通时，通过安装在磁控管上面的过热保护器、220V 电源的 N 端输入线路与高压变压器的一次绕组 a 端及定时器 B 端接通，为微波炉启动工作做好准备，见图 1-29。

在图 1-29 中，当 S1 和 S2 均处于接通状态时，拧动定时器旋钮，微波炉便可启动工作。

（3）S3 门监控开关

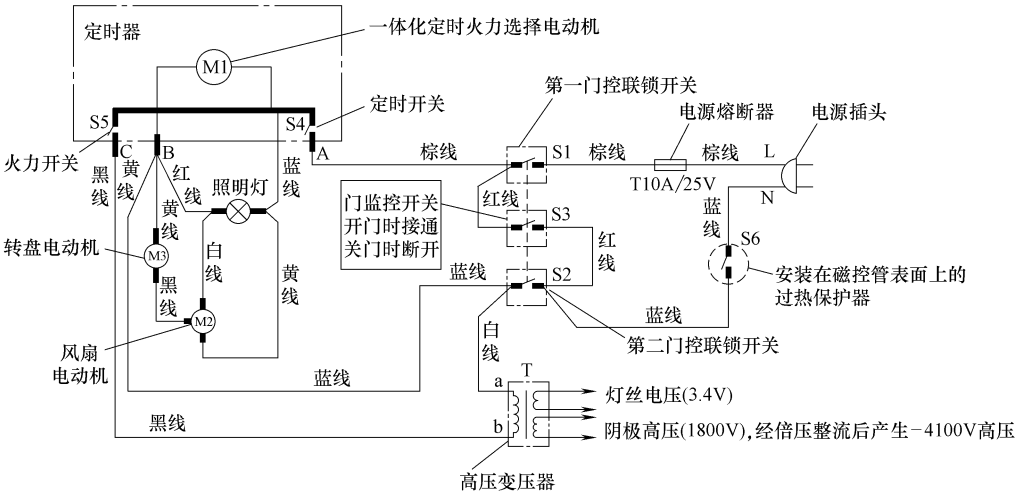


图 1-29　门控输入电路原理图

注：该图依格兰仕 WP700 型电磁炉绘制，仅供参考。

在图 1-24 中，S3 门监控开关与门控第二联锁开关并排安装在总成骨架的下端，见图 1-26a。S3 主要起保护作用，其内部结构如图 1-30 所示。

当打开炉门，炉门钩被拉出时，随着 S1 和 S2 联锁开关被断开，S3 门监控开关导通，将 S1 的输出端（即定时器的 A 端）与 S2 的输入端（即安装在磁控管表面过热保护器的输出端）短接，避免开门时磁控管仍在工作，出现微波泄漏，从而对人体构成伤害。

因此，在门控电路中，对 S3 门监控开关的性能要求很高，要求其在炉门打开时能够迅速接通，同时 S1、S2 也必须同时断开。在维修更换 S3 时，一定注意不能错用开关类型，否则后果不堪设想。

2. 一体化定时火力选择器

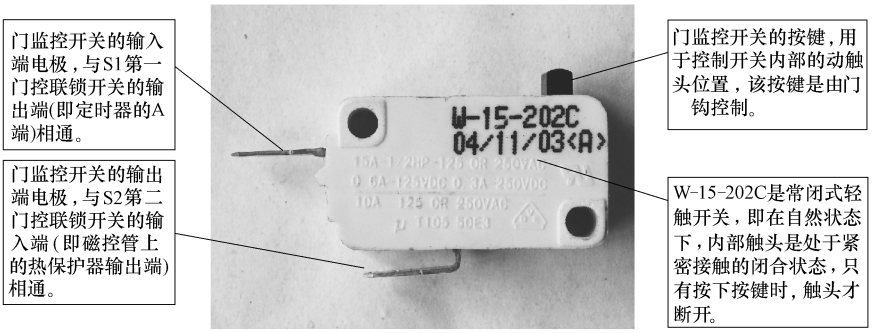
在机械式微波炉中，对微波加热的控制功能主要是由一体化定时火力选择器来完成，其实物如图 1-31 所示。它主要由定时器和火力选择电动机两个部分组成。

（1）定时器

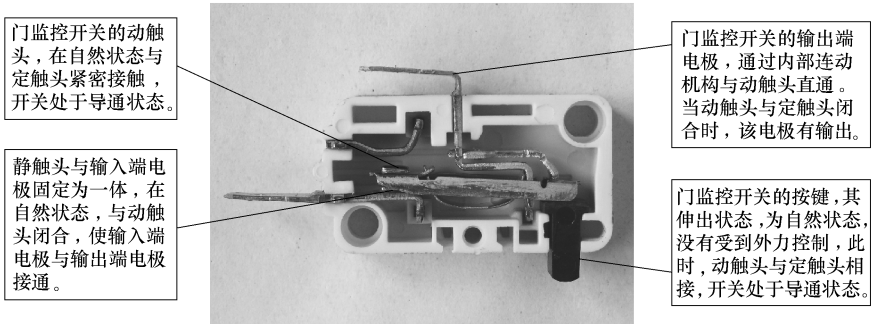
在一体化定时火力选择器中，定时器主要用于控制火力选择电动机的运转时间，进而控制磁控管的工作时间，以实现微波加热的程度。定时器是一个由塑料壳组成的独立体，通过螺钉紧固在一体化定时火力选择器的总成骨架上，拧下紧固螺钉，即可拆下定时器，如图 1-32 所示。

定时器就是一种用于设定时间的专用仪器，其内部结构与钟表内部结构相似，主要由主动齿轮和从动齿轮等组成，如图 1-33 所示。

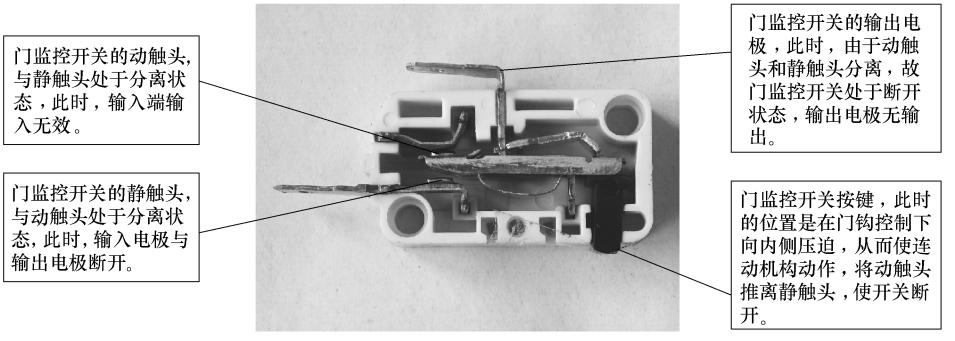
在机械式微波炉中，定时器是整机控制系统中的核心器件，它主要是通过调整定时开关（S4）和火力开关（S5）的接通时间，来控制微波炉的加热状态。其实物如



a) 门监控开关(S3)外表型号实物图



b) 门监控开关(S3)内部闭合状态实物图



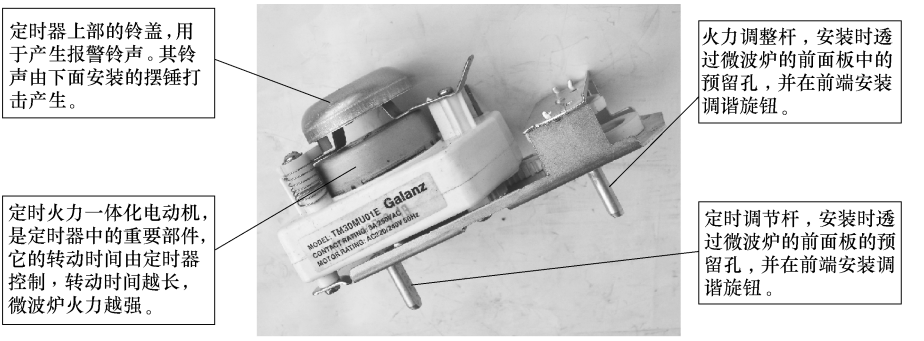
c) 门监控开关(S3)内部断开状态实物图

图 1-30　门监控开关（S3）实物图

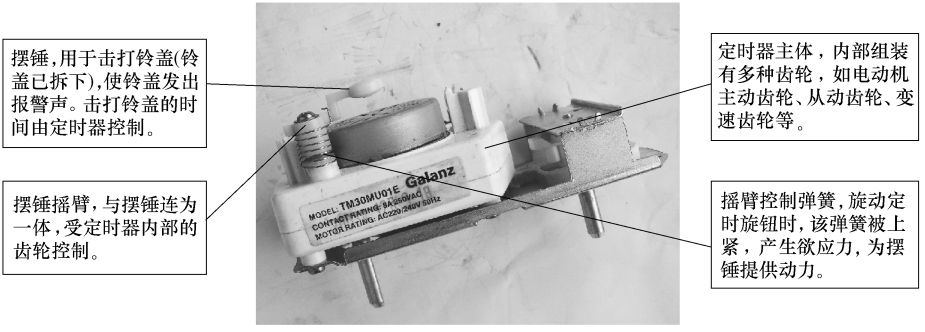
图 1-33b所示，电路原理图如图 1-29 所示。

因此，当定时器内部传动齿轮和触头开关不良时，会影响微波炉的工作状态，维修时应将其直接换新，换新时必须保持规格一致。

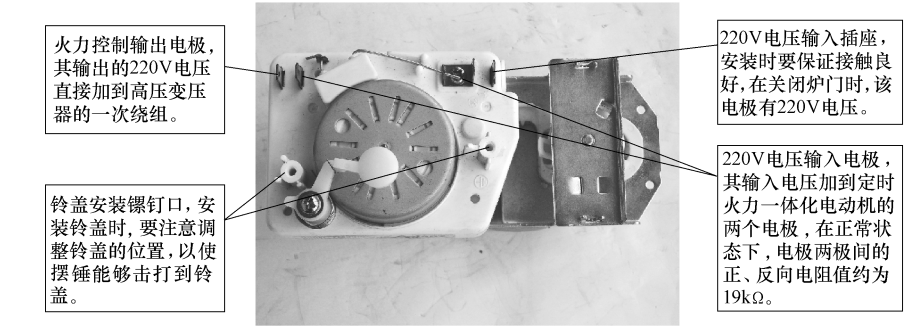
（2）火力选择系统



a) 一体化定时火力选择器侧视图(一)



b) 一体化定时火力选择器侧视图(二)

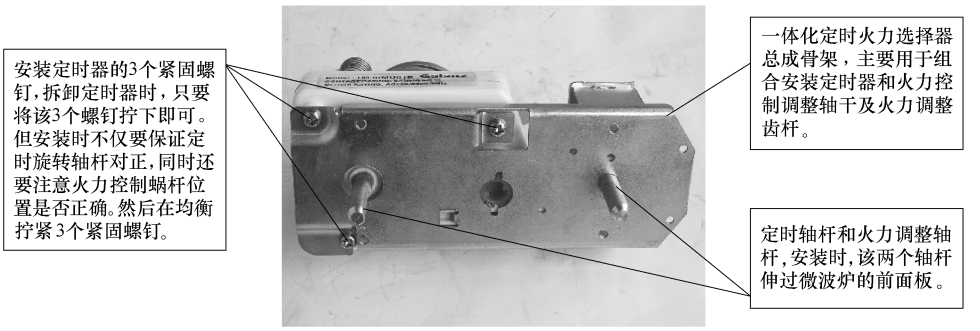


c) 一体化定时火力选择器俯视图

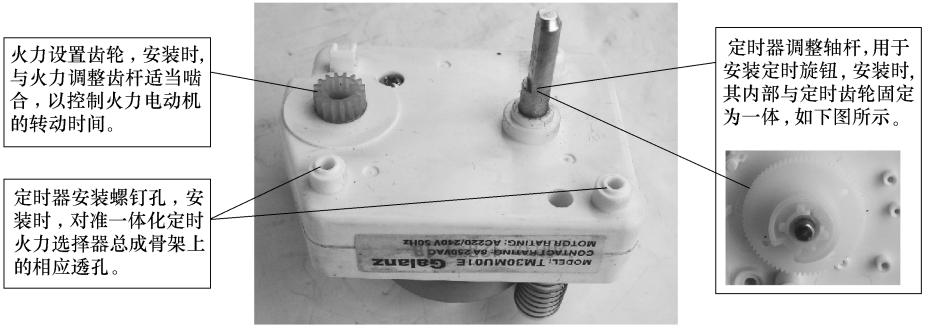
图 1-31　一体化定时火力选择器实物图

火力选择系统，主要由火力选择电动机和火力调整齿杆等组成，其中火力选择电动机见图 1-31，其电动机轴与定时器内部的主传动齿轮固定为一体，如图 1-34 所示；火力调整齿杆如图 1-35 所示。火力选择电动机和火力调整齿杆等组成的火力选择控制系统，最终是控制定时器内部的火力选择开关动触头的工作位置。

在图 1-34 中，火力选择开关的有效通电状态，不仅仅要求火力选择开关的两个触头良好，而且必须是定时器开关已经接通，然后火力选择电动机才能够运转，并通过主动齿轮及调整机构使火力选择开关进入工作状态。火力选择开关是工作在接通和断开的



a) 一体化定时火力选择器总成骨架底部实物图



b) 定时器实物图

图 1-32　定时器组装或拆卸实物图

断续状态，其接通时间和断开时间的周期为 30s。在实际应用中火力开关在周期为 30s 的时间里常有 6 种不同的接通时间和断开时间，以使微波炉有 6 个档次的输出功率。

1）高火（High）状态，火力选择开关的两个触头始终接通，此时为 100% 功率输出。

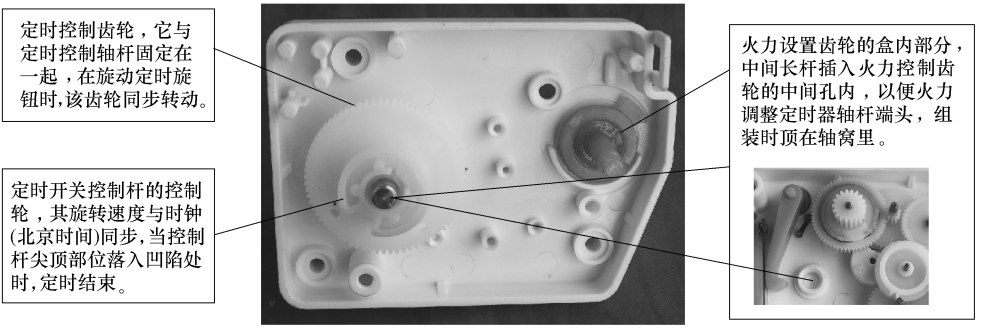
2）中高火（M・High）状态，火力选择开关的两个触头的接通时间为 29s，断开时间为 1s，此时为 85% 功率输出。

3）中火（Med）状态，火力选择开关的两个触头的接通时间为 23s，断开时间为 7s，此时为 66% 功率输出。

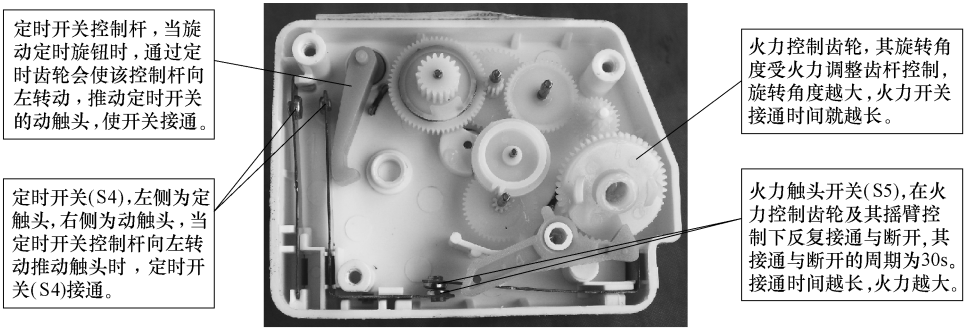
4）中低火（M・LOW）状态，火力选择开关的两个触头的接通时间为 17s，断开时间为 13s，此时为 40% 功率输出。

5）解冻（Defrost）状态，火力选择开关的两个触头的接通时间为 14s，断开时间为 16s，此时为 37% 功率输出。

6）低火（LOW）状态，火力选择开关的两个触头的接通时间为 7s，断开时间为 23s，此时为 17% 功率输出。



a) 定时器上盖内部实物图



b) 定时器内部齿轮结构实物图

图 1-33　定时器内部组成实物图

因此，在机械式微波炉中，微波的发射功率是通过调整火力开关的接通时间和断开时间来实现的。火力开关是用于高压变压器的供电控制，其电路原理见图 1-29。

二、照明电路

照明电路是微波炉中的一个附属电路，主要为微波炉内腔提供照明，以便观察内腔食物及指示微波加热状态。在机械式微波炉中，照明电路主要由灯头座、导线及定时开关（S4）等组成。其实物如图 1-36 所示，电路原理图见图 1-29。

在图 1-29 中，照明灯点亮的必要条件是，第一、第二门控联锁开关（S1、S2）和定时开关（S4）均导通。也就是只有在关闭炉门、拧动定时器的旋钮时，照明灯才能够点亮。因此，在照明灯不亮时，除了检查照明灯、灯头和灯头电极接线等是否均正常外，还应注意检查炉门是否关好，S1、S2、S4 开关是否均能导通良好，必要时将 S1、S2 换新。

三、转盘驱动电路

转盘驱动电路主要由转盘电动机及输入电源导线等组成，如图 1-37 所示。在微波炉中，转盘电动机的作用是带动微波炉加热腔内底部放置的用于装载食物的玻璃转盘，

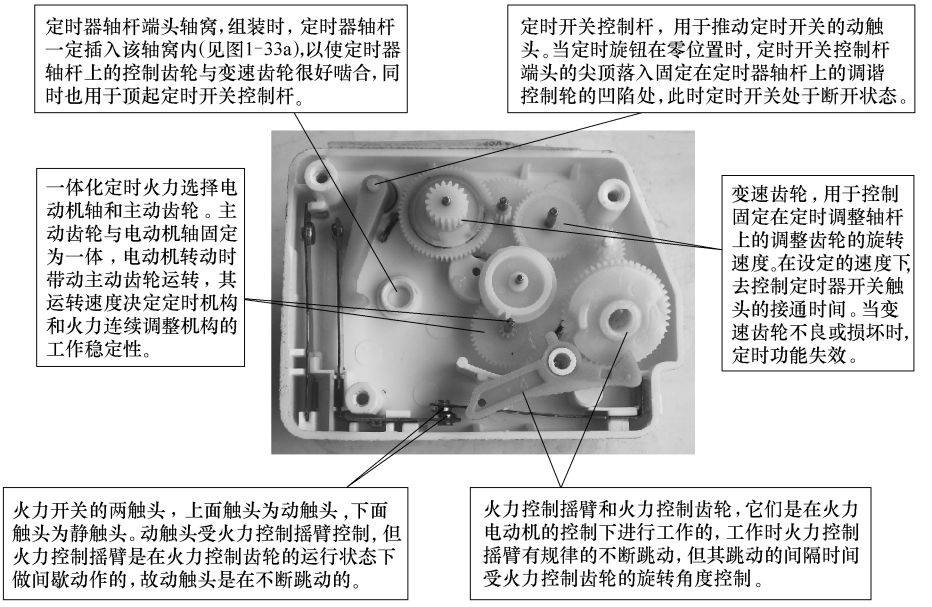


图 1-34　定时器内部电动机轴上的主动齿轮及变速齿轮和火力控制齿轮实物图

以使食物加热均匀。它是通过一个三角边支撑轮来带动玻璃转盘的，其实物组成系统如图 1-38 所示。

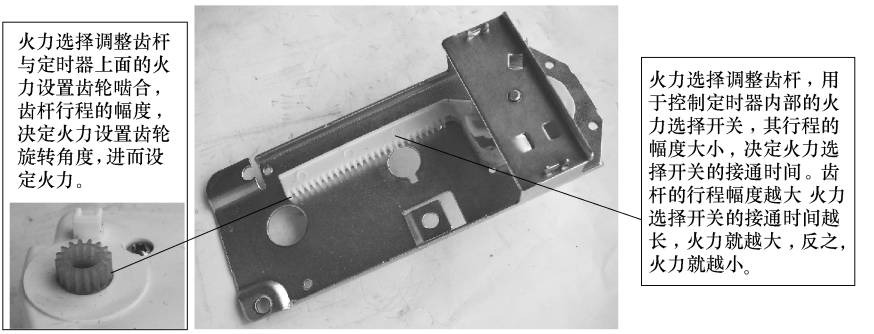
在图 1-37a 中，转盘电动机的供电线路，主要由定时开关（S4）、门第二联锁开关（S2）等组成，其电路原理见图 1-29。因此，只有关闭炉门和设置定时器档位时，微波炉转盘电动机才开始转动。但转盘电动机与照明灯是同步工作的。因此，当转盘电动机不转时，应注意检查照明灯是否正常，必要时再将转盘电动机换新。

四、风扇驱动电路

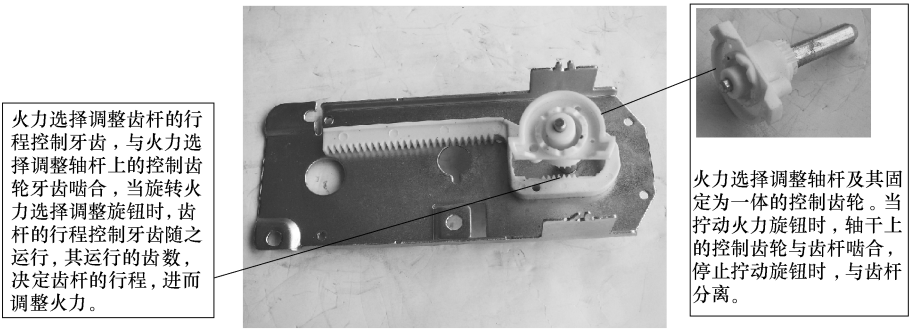
在机械式微波炉中，风扇驱动电路主要由风扇电动机和供电输入导线等组成，并在炉门联锁开关及定时器开关的联合控制下与照明灯和转盘电动机同步工作。其中风扇电动机主要用于带动风扇叶轮转动，为磁控管散热。其安装位置有一定要求，以保证对磁控管有良好的散热效果。其实物如图 1-39 所示。

在图 1-39 中，风扇的风量大小除与叶轮的尺寸有关外，主要决定风扇电动机的性能及其输出功率。因此，风扇电动机是风扇驱动电路中的核心器件，其实物如图 1-40 所示。

在微波炉中，一旦风扇的风量不足或不转动，将会引起磁控管上的过热保护器动作，形成过热保护。因此，在微波炉出现保护不工作故障时，除注意检查过热保护器外，还应注意检查风扇是否能正常工作，必要时可将风扇电动机换新。在微波炉中，磁控管的风扇冷却系统是保证微波炉正常安全工作的重要措施之一，要求其产生的冷却风量不少于 $1m^3/min$。



a) 火力调整齿杆与火力齿轮啮合指示图



b) 火力调整齿杆与火力调整轴标组合指示图

图 1-35　火力调整齿杆实物图

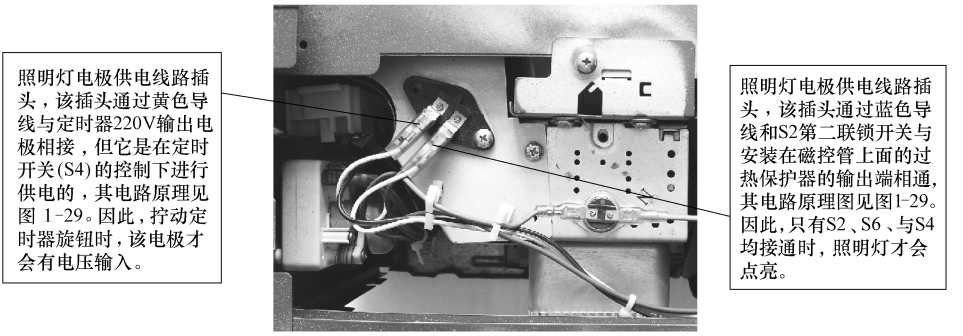
五、高压整流输出电路

在微波炉中，高压整流输出电路是保证磁控管安全发射微波的重要供电电路。它主要由高压变压器、高压整流二极管、高压滤波电容及高压熔断器等组成，如图 1-41 所示，电路原理图如图 1-42 所示。

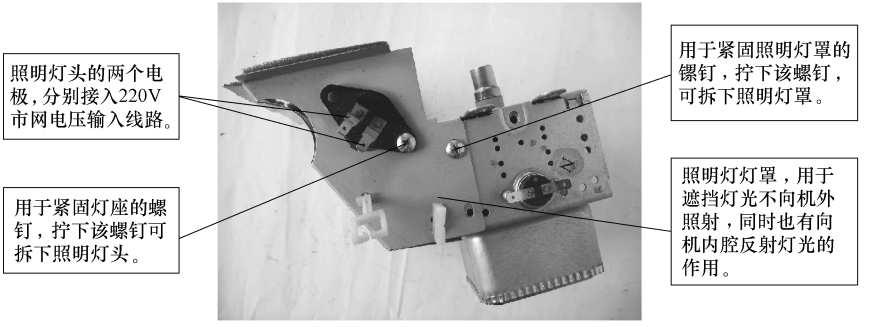
1. 高压变压器

高压变压器是高压供电电路中的核心器件，也是微波炉中的重要器件之一。其体积较大，重量较沉。高压变压器是一种大功率器件，且性能远高于普通电源变压器，其突出特点是具有很好的稳压性。其稳压作用主要是通过一、二次绕组之间插入的漏磁铁心的磁分流进行的。当市网电压升高时，高压变压器中一次绕组两端的电压也升高，其绕组中的磁通量增加但增加的磁通量将通过漏磁铁心被衰减掉，而二次绕组的磁通量基本保持不变，即二次侧的感应电压保持稳定。反之，当市网电压下降时，一次绕组中磁通将减小，但减小的磁通，又会使通过漏磁铁心的磁通量减小，从而保持了二次绕组的感应电压不变。因此，微波炉中的高压变压器的基本性能是任何其他电源变压器都不能与之相比对的。其实物如图 1-43 所示。

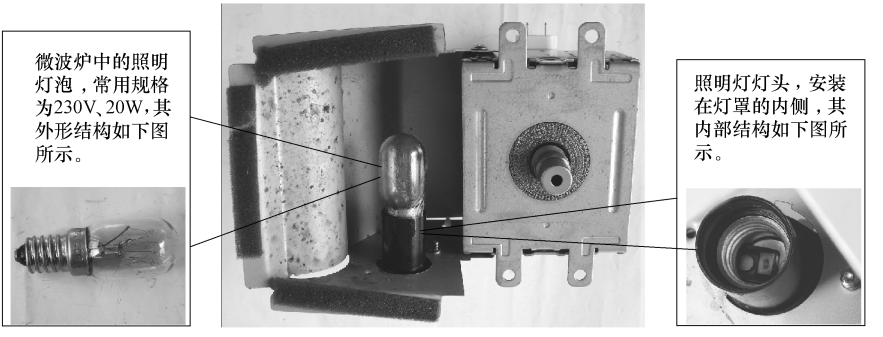
在图 1-43 中，高压变压器主要由一次绕组、二次灯丝绕组、二次高压绕组组成，且绕组的匝数和线径都有不同的要求。维修时不能自己绕制，一旦损坏只能整体更换，



a) 照明灯头输入线路实物图



b) 照明灯灯罩实物图



c) 照明灯实物组装图

图 1-36　照明电路实物组装图

因为高压变压器的铁心在组装完成后都要焊为一体，无法拆卸，如图 1-44 所示。

2. 高压整流二极管

在微波炉的高压整流电路中，高压整流二极管是一种专用器件，其主要特性为耐压值在 5kV 以上，额定电流为 1A。其常见实物如图 1-45 所示。

高压整流二极管在高压整流电路中，主要是与高压滤波电容组成倍压整流电路，其实际应用组装如图 1-46 所示，电路原理图见图 1-42。当高压二极管击穿损坏时，常伴

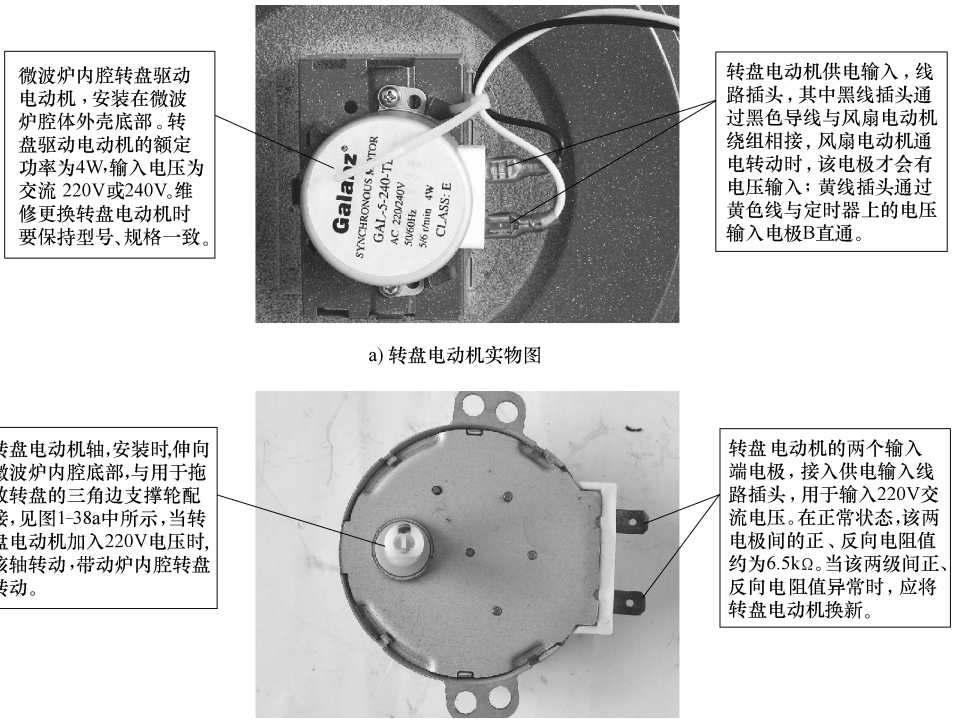


图 1-37　转盘电动机实物图

有高压熔断器熔断，但不良时会有较大噪声，微波炉不加热。此时必须更换高压整流二极管。

3. 高压滤波电容器

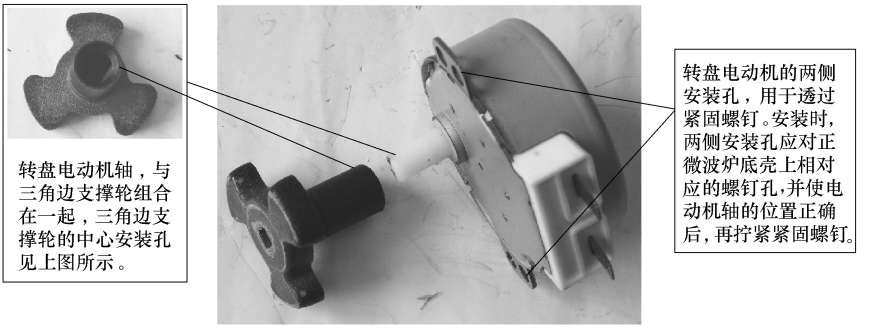
在微波炉的高压整流电路中，高压滤波电容器也是一种专用器件，其主要特性是耐压值在 2100V 以上，容量在 1μF 左右，并且在其内部还并接有 9MΩ 以上的放电电阻。其常见实物如图 1-47 所示。

高压滤波电容器，在高压整流电路中，主要是与高压整流二极管组成倍压整流电路，其实际应用组装见图 1-46，电路原理图见图 1-42。当高压滤波电容器击穿损坏时，会使高压熔断器熔断；当其容量变值或失效时微波炉不加热，并伴有较大噪声，维修时必须将其换新。

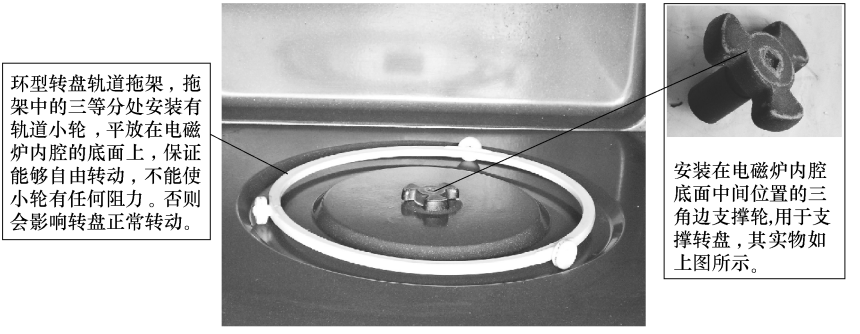
4. 二倍压整流电路及工作原理

二倍压整流电路主要由一只电容器和一只二极管及变压器的二次绕组等组成，其工作原理主要是利用电容器充放电和二极管导通与截止来提升输出电压。在磁控管中，阴极高压就是由二倍压整流电路来提升，而不再由常规的全波或桥式整流电路供电。

理论和实践经验表明：全波或桥式整流电路输出的直流电压最大值只有$\sqrt{2}E_2$（$\sqrt{2}E_2$为变压器二次级绕组中的峰值电压），故全波或桥式整流电路，只适用一些常规的供



a) 转盘电动机轴与三角边支撑轮配接指示图



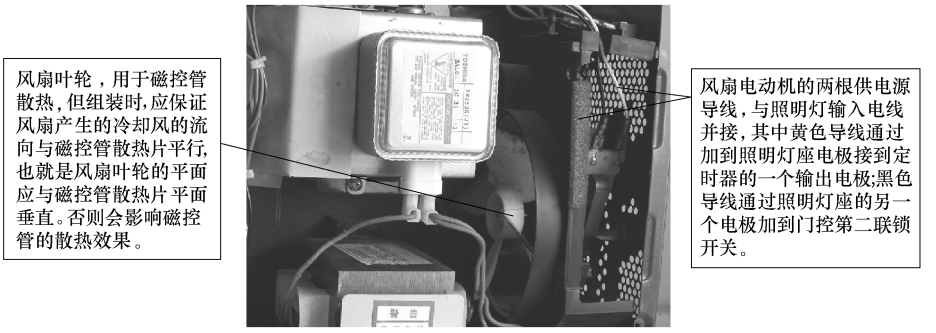
b) 三角边支撑轮实物安装位置图

c) 炉腔内转盘实物位置图

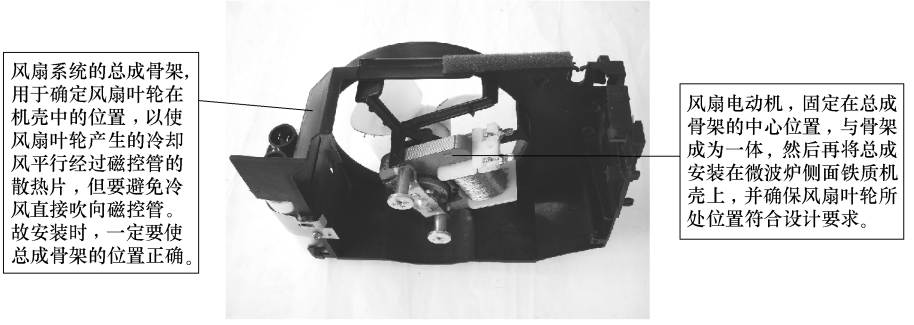
图 1-38　转盘及支撑系统实物图

电源电路，而对一些要求使用高电压、小电流的生产和仪器设备中的供电源电路，就显得很不适用。

在微波炉的磁控管中，阴极常需要几千伏高压，如果采用传统的全波或桥式整流电路进行供电，就必须将高压变压器的二次绕组匝数大大增加，但这会使绕组体积增大，铁心尺寸加宽，绕制绕组和组装也都困难，同时也没有耐压几千伏以上的整流二极管，



a) 风扇位置实物图



b) 风扇总成实物图

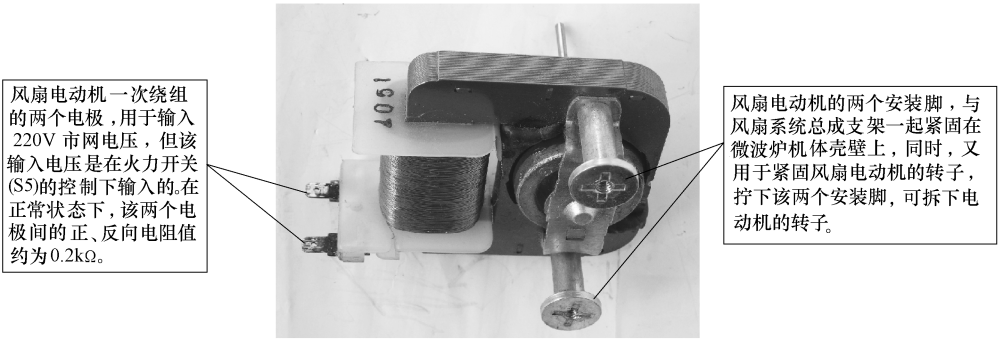
图 1-39　风扇电路实物图

因而就提出了一个倍压整流的方法。倍压整流的方法常有多种形式，如二倍压电路、三倍压电路、多倍压电路等。在微波炉的高压整流电路中，采用的是一个简单的二倍压整流电路。

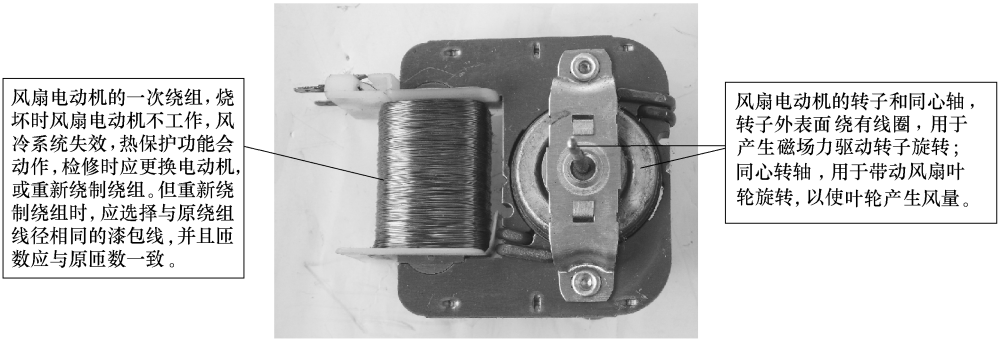
在图 1-42 中，高压变压器高压绕组的 3 端接地，4 端通过高压熔断器与高压电容 C 相接，而高压电容 C 则与高压二极管 D 串联相接，因而使高压变压器的高压绕组通过高压电容 C 和高压二极管 D 到地构成回路，形成二倍压整流电路，其等效电路如图 1-48所示。

在图 1-48 中，D 为倍压提升二极管，它为倍压提升电容 C 提供充电回路。当 e_2 ~ 为正半周时（即图 1-42 中 T 的 3 端正，4 端负），二极管 D 导通，电流经二极管 D 对倍压提升电容 C 充电，使 C 上的充电电压接近 e_2 ~ 的峰值$\sqrt{2}E_2$，并基本保持不变，其充电电流方向见图 1-48。

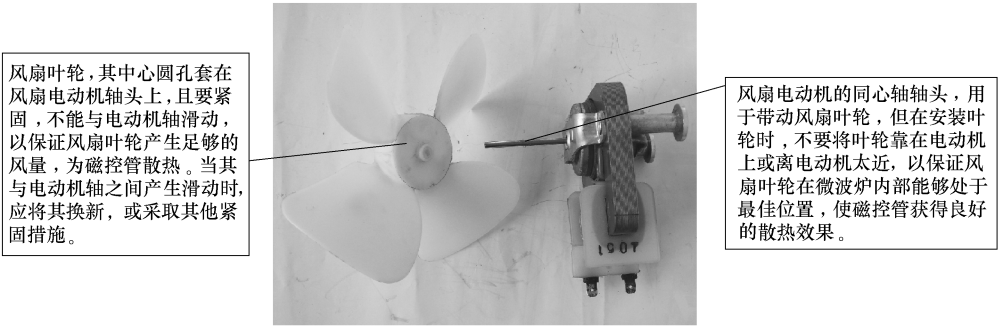
在图 1-48 中，当变压器 T 二次高压绕组中的感应电动势 e_2 ~ 为负半周时（即变压器 T 的 3 端为负，4 端正），高压电容 C 上的充电电压（$\sqrt{2}E_2$），与 e_2 ~ 串联叠加，高压二极管 D 截止，图 1-48 中 A、B 之间的电压为 2 $\sqrt{2}E_2$，即 A 点输出电压被提升一倍。根据 C 的充电过程可知 A 点相对 B 点为负电压，而 B 点与地相接，故在微波炉中，高压阳极接地，加到磁控管的阴极电压为负电压（约为 –4100V）。



a) 风扇电动机侧视图



b) 风扇电动机之视图



c) 风扇与风扇电动机轴组合指示图

图 1-40　风扇电动机实物图

当变压器 T 二次绕组中的感应电动势 e_2 ~ 又为正半周时，高压电容 C 又开始充电，并重复上述过程，而使 A 点保持 e_2 ~ 峰值电压的两倍。故图 1-48 就叫做二倍压整流电路。其中，高压电容 C 主要起倍压提升作用，而高压二极管 D 侧主要起开关作用。

在图 1-42 中，高压变压器 T 的 3 ~ 4 二次高压绕组中的感应电动势 e_2 ~ 为 2100V，经高压电容 C 和高压二极管 D 提升后，在 A 点产生 -4100V 高压，并通过连接线送入

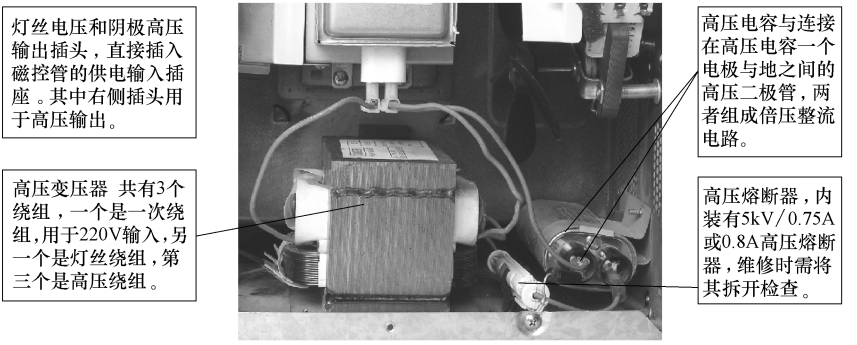


图 1-41　高压整流输出电路元器件实物图

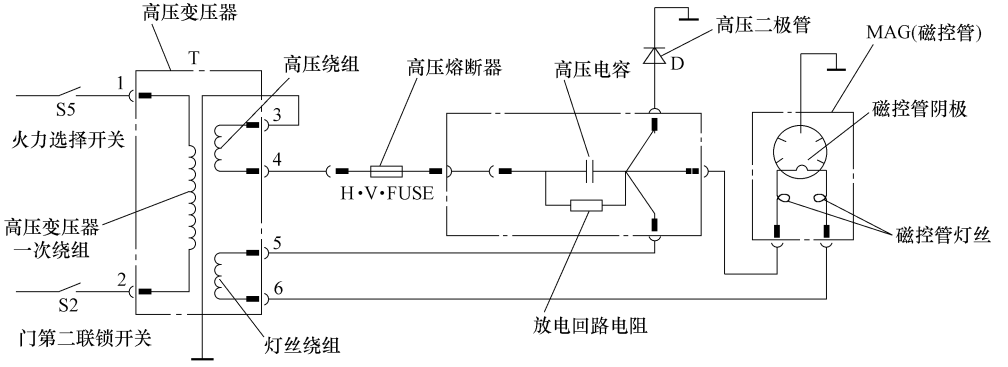


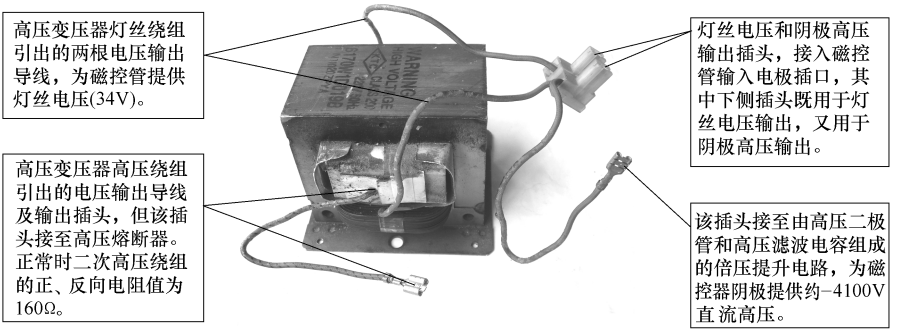
图 1-42　高压整流输出电路原理图

磁控管阴极。但磁控管阴极与灯丝相串联，其中灯丝电压由高压变压器 T 的 5～6 二次绕组提供，且为 3.4V（灯丝电压为交流电压）。当灯丝有 3.4V 电压输入时，将直接加热阴极，使阴极在负高压作用下发射电子。

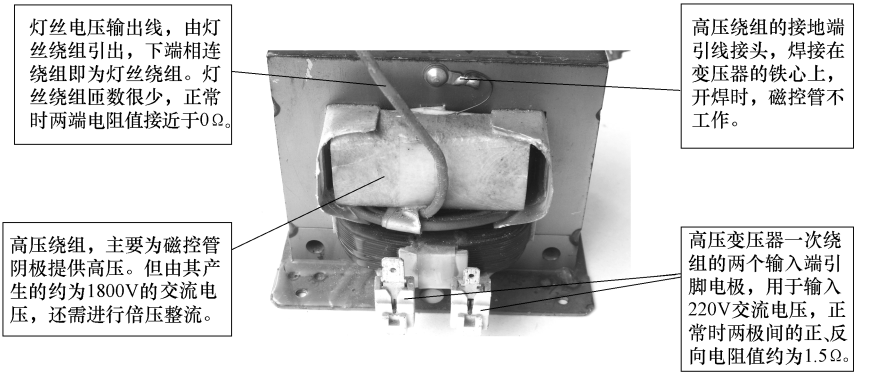
5. 高压输出保护电路

在高压整流输出电路中，高压输出保护电路，主要由高压熔断器组成，它安装在一个塑料保护壳内，如图 1-49 所示。它主要用于保护磁控管及高压整流输出电路。当高压过高或磁控管及高压整流输出电路有过电流故障时，高压熔断器内的熔丝将熔断，切断高压变压器的输出电源，以起到保护作用。当高压熔断器呈焦黑状炸裂性烧断时，一般是高压整流输出电路中有严重短路性损坏元器件。

在高压整流输出电路中，高压熔断器常因微波炉整机功率及电路设计要求不同而有不同的规格，如格兰仕 WP800T 型机械式微波炉中所用规格为 0.75A/5kV；格兰仕 WP700 型机械式微波炉中所用规格为 0.8A/5kV，如图 1-50 所示。因此，在检修更换高



a) 高压变压器高压引线输出侧实物图



b) 高压变压器一次绕组输入电极侧实物图

图 1-43　高压变压器实物图

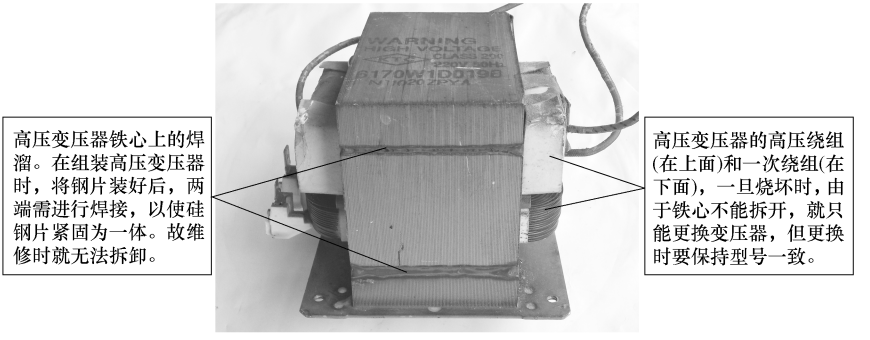


图 1-44　高压变压器铁心焊接实物图

压熔断器时应保持与原规格一致。

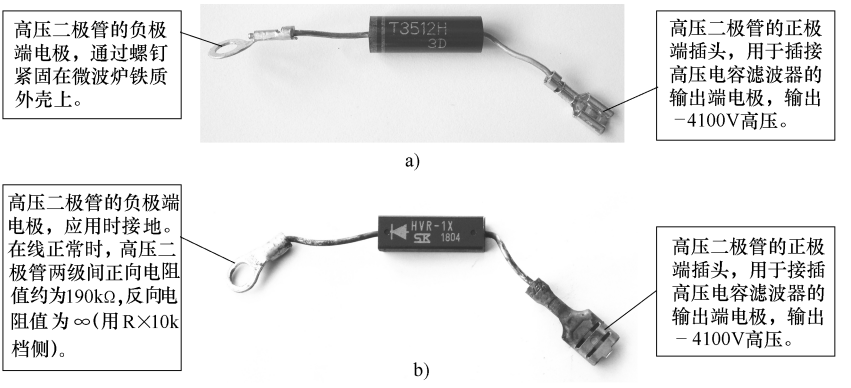


图 1-45　微波炉中专用高压整流二极管实物图

图 1-46　高压二极管与高压滤波电容器实际应用组装图

图 1-47　微波炉高压整流电路中的专用滤波电容器实物图

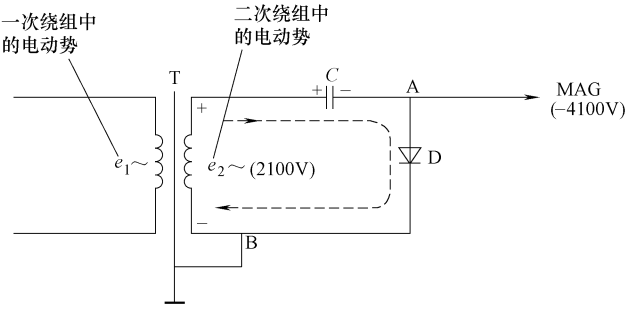
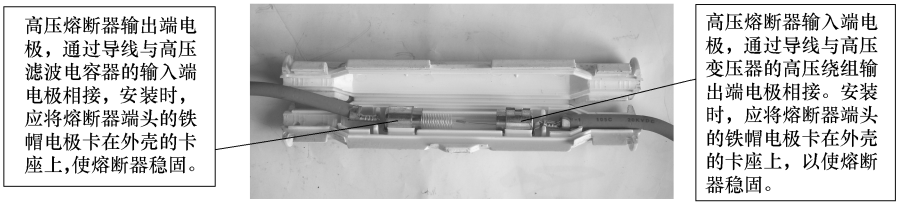
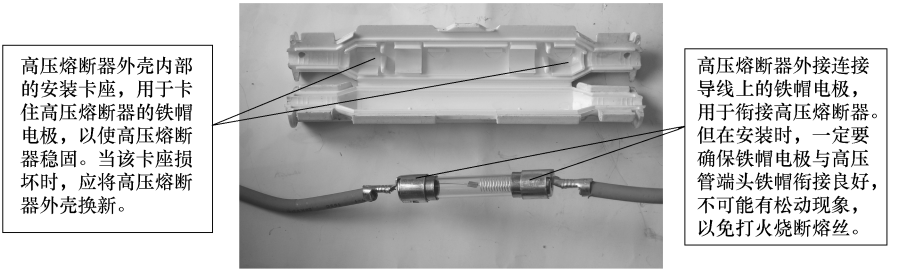


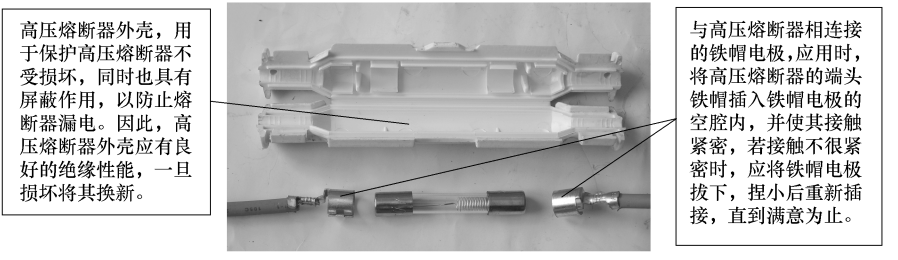
图 1-48　二倍压整流电路原理图



a) 高压熔断器外壳内部组装位置图

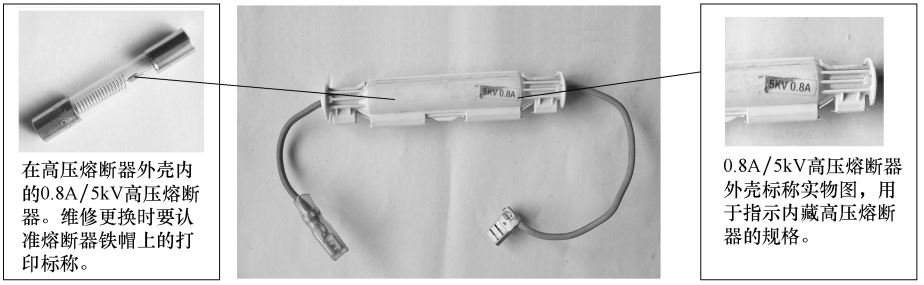


b) 高压熔断器两端电极组装实物图

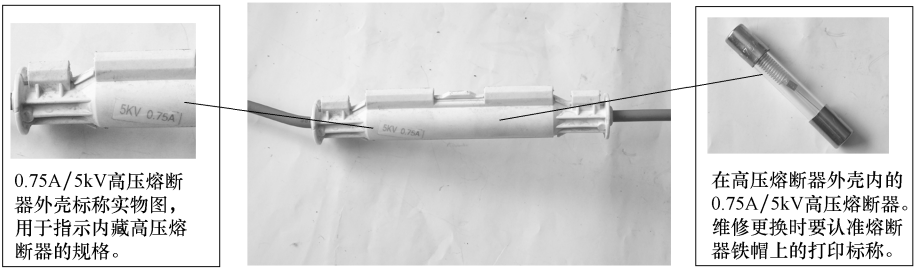


c) 高压熔断器与两端电极衔接指示图

图 1-49　高压熔断器实物图



a) 0.8A/5kV高压熔断器外壳实物图



b) 0.75A/5kV高压熔断器外壳实物图

图 1-50　高压熔断器外壳实物图

六、微波发射通道

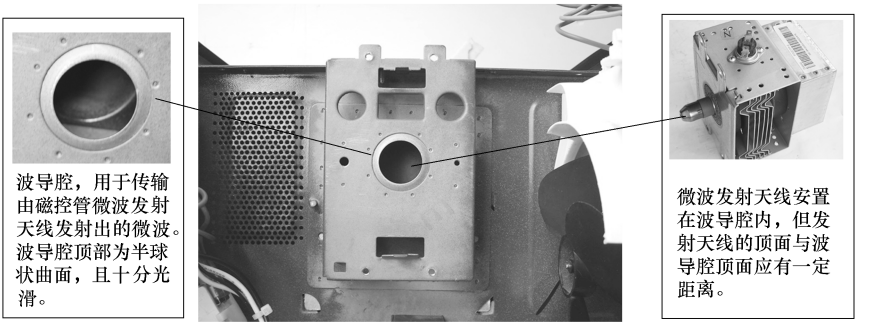
在微波炉中，微波发射通道主要是由安装在微波炉内腔微波输入口的一个密闭的波导腔组成，如图 1-51 所示。在微波炉中，由磁控管发射天线辐射出去的 2450MHz 微波，不是直接送入微波炉的内腔中，而是通过波导装置将微波散射到微波炉的内腔中，进而对食物进行加热。波导装置主要是用于导引微波的能量，使微波向所设计的方向传输，因而又称其为微波传输通道或微波发射通道。微波发射通道的导引效率越高，微波加热的有效功率就越高，食物加热的速度就越快。

在微波发射通道中，波导装置是用钢板制成的，其内壁比较光滑，有利于减小微波的传输损耗。但在实际应用中，波导装置的输出口常装有一块由云母材料制成的挡板，即波导挡板。其功能是既可以使微波通过，又可以阻挡微波炉内腔中的蒸汽侵蚀磁控管上的微波发射天线。

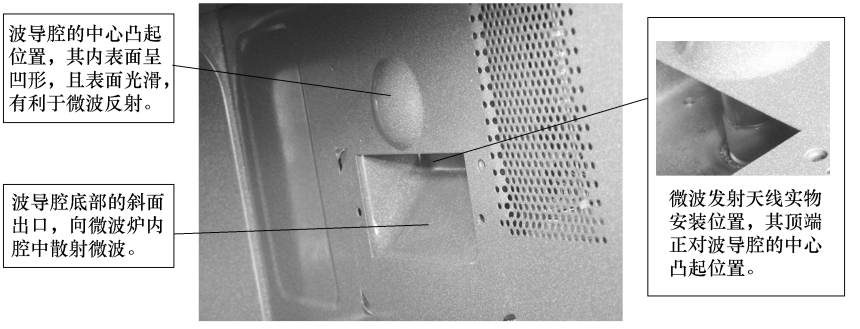
因此，在微波发射通道中，波导装置及波导挡板都有很重要的作用。维修时应对其特别注意，严防有微波泄漏出现。

七、微控制器电路

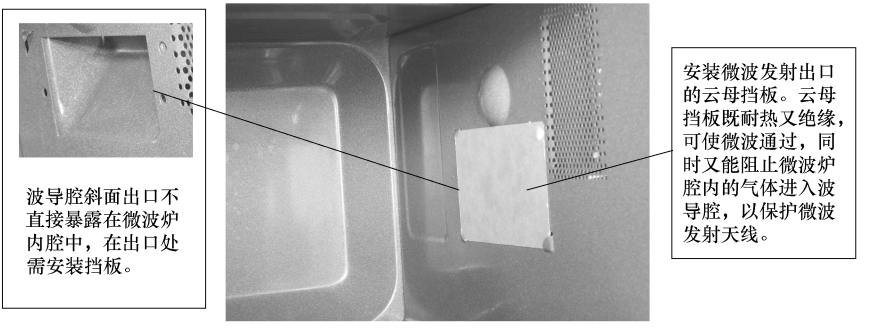
微控制器电路是微电脑控制式微波炉控制系统中的核心电路，它主要由中央微控制器及一些外围元器件等组成。以取代机械式微波炉中的定时火力一体化机械式控制系统，从而提高了微波炉的工作效率及使用性能。在众多品牌型号微波炉中，所采用的中央微控制器的型号并不完全相同，故所形成的微控制器电路也不完全一致，但其工作原



a) 安装在微波炉机壳上的波导腔实物图



b) 波导腔斜面出口实物图



c) 波导腔斜面出口挡板实物图

图 1-51　微波发射通道实物图

理大同小异。维修时可相互参考。本节就以美的 KD20C-F 型微波炉中的电脑芯片为例，对微控制器电路做以简要介绍。其实物如图 1-52 所示，电路原理图如图 1-53 所示。

在美的 KD20C-F 型微波炉中，SN8P2604KB 微控制器组装在小块独立的电路板中，它是整机控制系统中的核心器件，又俗称其为单片机。它主要用于完成微波火力、烧烤火力、风扇电动机和转盘电动机等的控制，其引脚使用功能及正常状态下的电压值、电

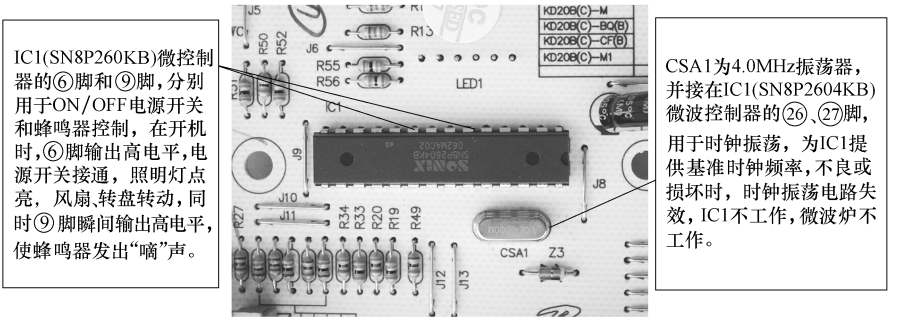


图 1-52　美的 KD20C-F 型微波炉中 SN8P2604KB 微控制器实物图

阻值见表 1-3。

1. 蜂鸣器控制及 ON/OFF 开关电路

在图 1-53 中，IC1（SN8P2604KB）的⑨脚和⑥脚及外接的 TR11、TR12 等组成蜂鸣器控制及 ON/OFF 开关电路，但它们是同步工作的，即开机时随着蜂鸣器发出一声“嘀”，ON/OFF 开关进入导通状态。

（1）蜂鸣器控制电路

蜂鸣器控制电路是由 IC1（SN8P2604KB）的⑨脚和 R42、TR11、R43 等组成，在待机或整机正常加热时，IC1⑨脚输出 0V 低电平，TR11 导通，+12V 电源通过 R43 到地构成回路，蜂鸣器不发声。每当烹调或加热程序结束或操作某一控制按键时，IC1⑨脚均会有瞬间高电平输出，使 TR11 瞬间截止，蜂鸣器发出一声鸣叫。IC1⑨脚输出高电平的次数，由烹调加热程序决定。因此，当操作某一按键时，若无蜂鸣器发出的“嘀”声，则应注意检查 IC1⑨脚是否有高电平输出，以便进一步判断故障的产生原因。

（2）ON/OFF 开关电路

在图 1-53 中，ON/OFF 开关电路主要由 RY1、D10、TR12、R22 和 IC1（SN8P2604KB）的⑥脚组成，用于风扇、转盘、照明灯的供电电路控制。在待机状态下，IC1⑥脚输出 0V 低电平，TR12 截止，RY1 触头断开，整机不工作。当按下本机启动键时，IC1⑥脚输出 5.0V 高电平，TR8 导通，+12V 电源通过 RY1 中的线圈→TR8 的 c、e 极→地构成回路，使 RY1 中触头接通，风扇电动机、转盘电动机同时转动，照明灯点亮，整机进入工作状态。IC1⑥脚输出高电平的时间由烹调加热程序设定。

2. 微波火力控制电路

在图 1-53 中，RY2、TR9 及 IC1（SN8P2604KB）⑦脚等组成微波火力控制电路。在待机状态下，IC1⑦脚输出 0V 低电平，TR9 截止，RY2 继电器触头断开，微波炉不加热。当启动微波加热功能时，IC1⑦脚输出 5.0V 高电平，TR9 导通，+12V 电压通过 RY2 中的线圈→TR9 的 c、e 极→D00R1（接门控联锁开关 S1）→地构成回路，使 RY2 中的触头接通，高压电路启动，磁控管开始发射微波，对食物进行加热。IC1⑦脚输出高电平的时间由烹调加热程序设定。因此，IC1⑦脚输出高电平的时间长短将决定磁控管发射微波功率的大小。

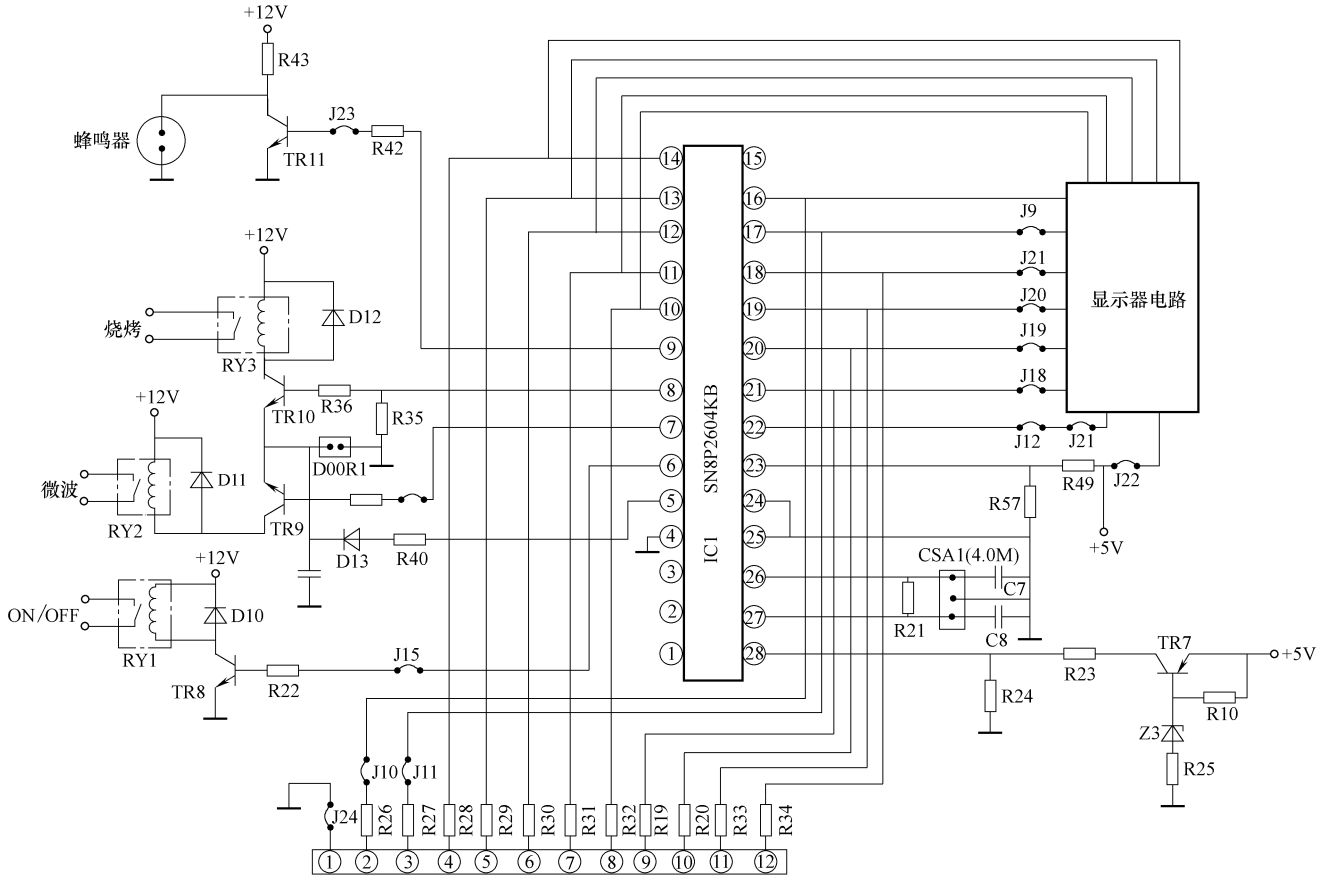


图 1-53　美的 KD20C-F 型微波炉中微控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

表 1-3　SN8P2604KB 微控制器引脚功能及电压值、电阻值

引脚号	引脚功能	*U*/V		*R*/kΩ	
		待机状态	启动状态	在线	
				正向	反向
1	功能电路控制	1.7	1.7	3.1	3.1
2	+5V 电源	5.1	5.1	6.4	10.9↑
3	功能电路控制	0	0	8.4	21.1
4	接地	0	0	0	0
5	炉门关闭识别信号输入	0.4	0.4	8.6	27.9
6	用于照明、风扇、转盘电动机控制	0	5.0	7.9	10.2
7	用于微波火力控制	0	5.0	7.9	10.2
8	用于烧烤火力控制	0	0	7.9	10.2
9	用于蜂鸣器控制	0	0	9.2	16.5
10	键扫描控制及显示驱动	3.0	4.1	9.0	29.1
11	键扫描控制及显示驱动	5.0	4.1	9.0	29.1
12	键扫描控制及显示驱动	2.0	4.0～5.0	9.0	29.1
13	键扫描控制及显示驱动	2.0	2.0～3.0	9.0	29.1
14	键扫描控制及显示驱动	2.0	4.0～5.0	9.0	29.1
15	键扫描控制及显示驱动	2.0	2.0	9.0	29.1
16	键扫描控制及显示驱动	2.0	2.0	9.0	29.1
17	键扫描控制及显示驱动	2.0	3.0	9.3	29.1
18	键扫描控制及显示驱动	3.0	3.0	9.3	29.1
19	键扫描控制及显示驱动	3.0	3.0	9.3	23.1
20	键扫描控制及显示驱动	3.0	3.0	9.3	21.0
21	键扫描控制及显示驱动	3.0	3.0	9.3	21.0
22	显示屏控制	1.0	1.0	9.3	21.0
23	+5V 电源	5.1	5.1	6.4	9.8
24	接地	0	0	0	0
25	接地	0	0	0	0
26	时钟振荡输入	2.2	2.1	9.2	25.1
27	时钟振荡输出	1.0	1.0	14.1	23.1
28	复位电压输入	5.1	5.1	9.6	11.7

注：表中数据用 MF47 型万用表测得，仅供参考。

3. 烧烤火力控制电路

在图 1-53 中，RY3、TR10、R36 和 IC1（SN8P2604KB）的⑧脚等组成烧烤火力控制电路。在待机或烧烤功能未进入时，IC1⑧脚输出 0V 低电平，TR10 截止，RY3 触头

断开。当烧烤功能进入时，IC1⑧脚输出 5.0V 高电平，TR10 导通，RY3 触头接通，烧烤加热管开始加热。IC1⑧脚输出高电平的时间由烧烤加热的设置程序决定。因此，IC1⑧脚输出高电平的时间长短将决定烧烤管发热功率的大小。

有关微控制电路的更多功能，将在后面的章节中结合实物机型加以介绍，这里暂不多述。

八、低压电源电路

低压电源电路主要应用在微电脑控制式微波炉中，为中央微控制系统供电，但它通常是与中央微控制系统组装在一块电路板中。下面就仅以美的 KD20C-F 型微波炉为例，简要介绍一下微波炉中常用的低压电源电路。

在美的 KD20C-F 型微波炉中，低压电源电路主要由 220V 电源变压器 T1 和两组桥式整流电路等组成，其实物如图 1-54 所示，电路原理图如图 1-55 所示。

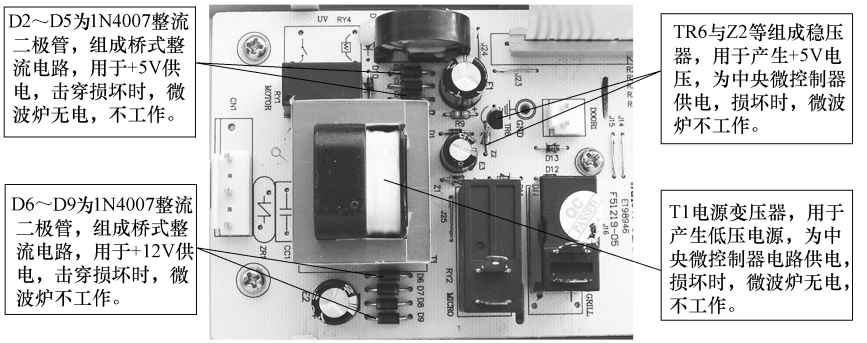


图 1-54　美的 KD20C-F 型微波炉中低压电路元器件实物图

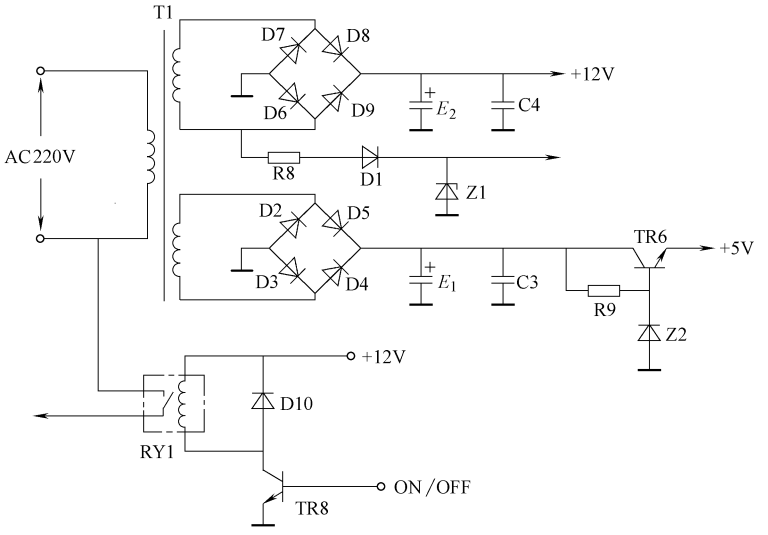


图 1-55　低压电源电路原理图

注：该图仅供参考。

在图 1-55 中，D2 ~ D5 组成的桥式整流电路，用于产生 + 5V 电压，主要为中央微控制器供电；D6 ~ D9 组成的桥式整流电路，用于产生 + 12V 电压，主要为继电器的线圈供电。其中有一个二极管击穿损坏，微波炉都将不能启动工作。因此，当微电脑控制式微波炉不工作时，应首先注意检查低压电源电路是否正常。

有关更多类型的低压电源电路，将在后面的章节中结合实物机型予以介绍。它们的电路原理均是大同小异，检修时可相互参考。

第二章　机械式微波炉的电路原理及检修技术

机械式微波炉是微波炉中的一个普通款式，其主要特点是经济耐用，是普通百姓家庭中最为实用的一种厨房电器。然而，机械式微波炉的品牌型号众多，规格各异，应用电路也不完全一致，但其总体技术基本相同，均是以定时火力一体化电动机为核心技术来控制磁控管的发射功率的。因此，在学习机械式微波炉的电路原理及检修技术时，就主要是了解和掌握以定时火力一体化电动机为核心的控制技术及微波加热系统的工作原理。本章就主要以格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）、WP700TL23-K1、WP800（货号：WP800T）型微波炉实物机型为例，以图谱方式对机械式微波炉的电路原理及检修技术进行直观介绍。其机内电路实物图分别如图 2-1 ~ 图 2-3 所示。

图 2-1　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉机内电路实物图

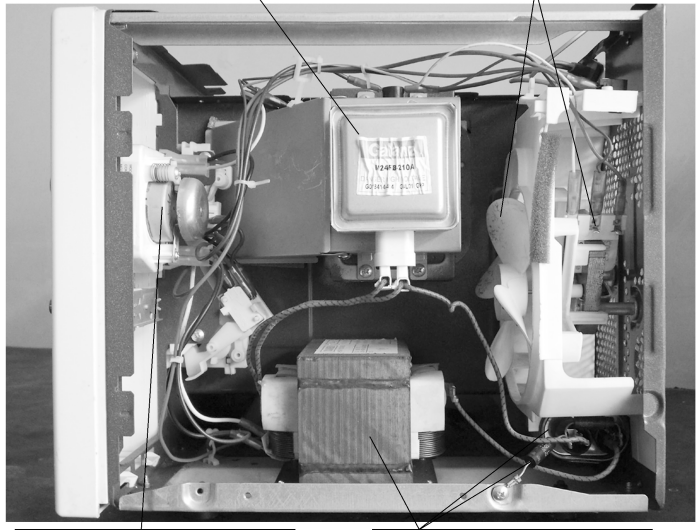


图 2-2　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉机内电路实物图

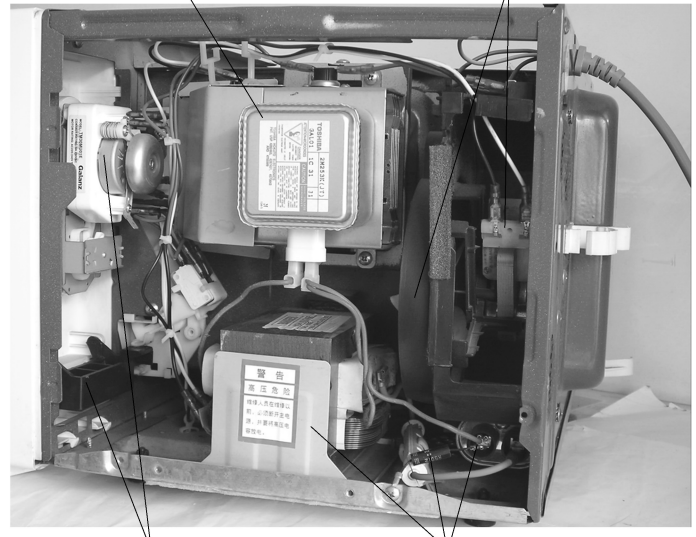


图 2-3　格兰仕 WP800(货号:WP800T)型微波炉机内电路实物图

第一节　机械式门控电路

在机械式微波炉中，门控电路主要由门控联锁开关和定时器控制系统组成，但它们在不同品牌机型中并不完全相同。如格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）、WP700TL23-K1、WP800（货号：WP800T）型微波炉的门控电路在组成结构及控制方式上就有一定差异或不同，其实物如图 2-4 ~ 图 2-6 所示。

图 2-4　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉门控电路实物图

图 2-5　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉门控电路实物图

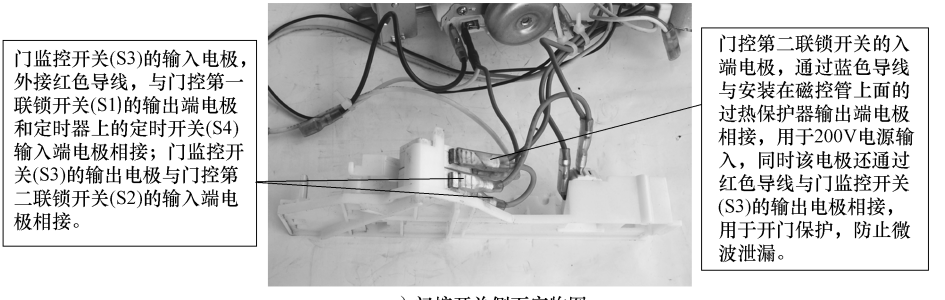
一、门控联锁开关

门控联锁开关通常是由 3 只轻触开关联合组成在门控塑料骨架上，并由炉门钩的插入和退出进行控制。其控制方式在不同机型中并不完全相同。

1. 格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉门控开关电路

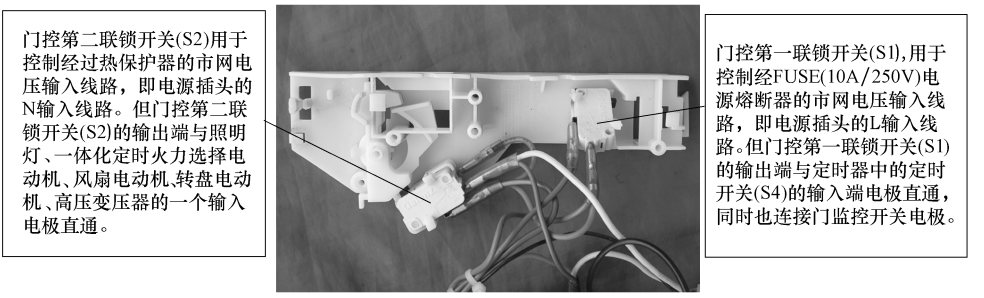
格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中的门控开关电路主要由 3 只轻触开关及一些接插件和多种颜色导线等组成，如图 2-7 所示，其电路原理图如图 2-8 所示。这 3 只轻触开关是在炉门打开或关闭状态下转入导通或断开的。因此，在了解门控开关电路的工作原理时，首先应弄清楚门钩与 3 只轻触开关的动作过程。

图 2-6　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉门控电路实物图



a) 门控开关侧面实物图

图 2-7　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中门控开关电路实物图



b) 门控开关正面实物图

图 2-7　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中门控开关电路实物图（续）

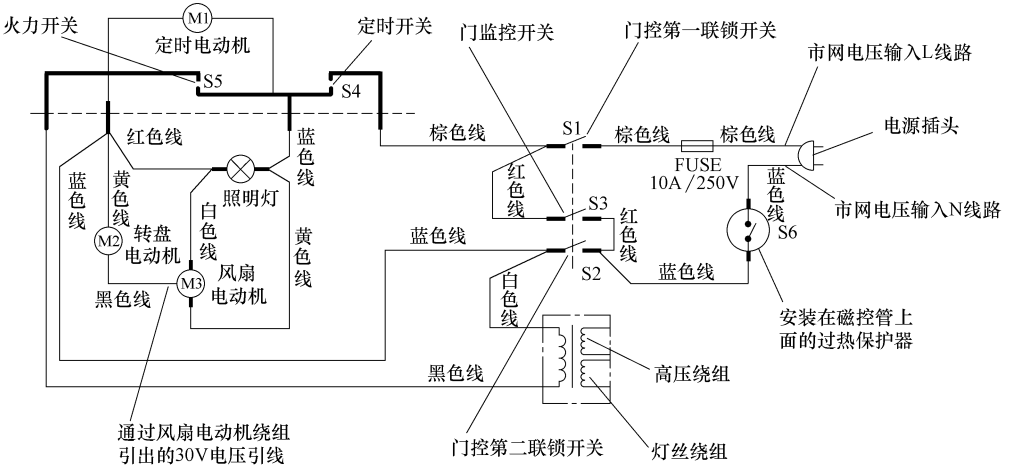


图 2-8　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中门控开关电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

（1）炉门钩的控制功能

炉门钩的控制功能主要是在炉门关闭时能够使门控第一、第二联锁开关（S1、S2）接通，门监控开关（S3）断开，而在炉门打开时能够使门控第一、第二联锁开关断开，门监控开关接通，如图 2-9 和图 2-10 所示。

在图 2-10 中，在关闭炉门时，门钩的顶尖必须是伸入到合适的位置，以使第一、第二联锁开关接通，而使门监控开关断开。这就要求门钩的长度必须合适，同时联锁开关总成骨架的安装位置必须准确。否则会使门钩顶尖的插入位置偏离要求的设定位置，进而造成门控开关不能接通或门监控开关不能断开的故障。

在图 2-10 中，炉门的上面门钩主要是控制门控第一联锁开关。在插入门钩时，门钩的顶尖刚好顶在门控第一联锁开关的轻触键上，并使轻触键向开关内部压缩，以使内部触头开关闭合，如图 2-11 所示。

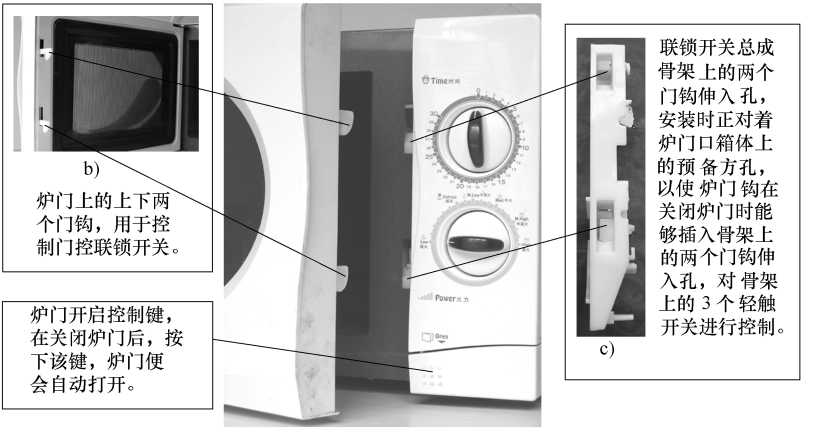


图 2-9　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉门钩位置实物图

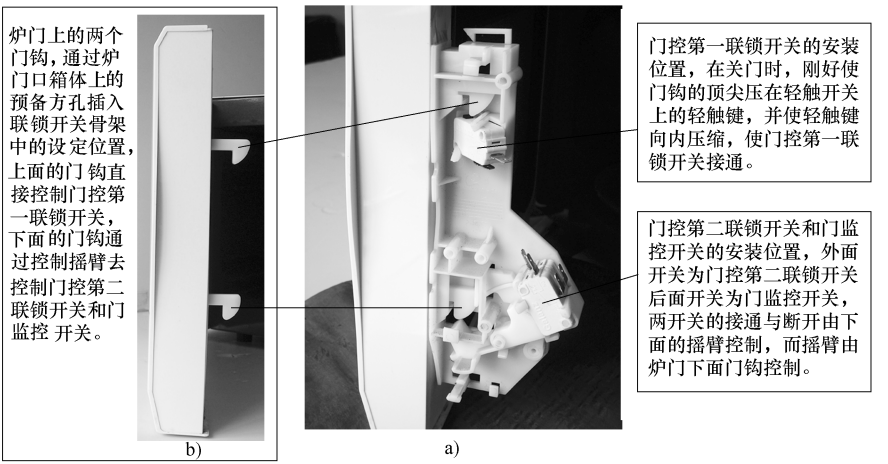


图 2-10　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉门钩控制实物图

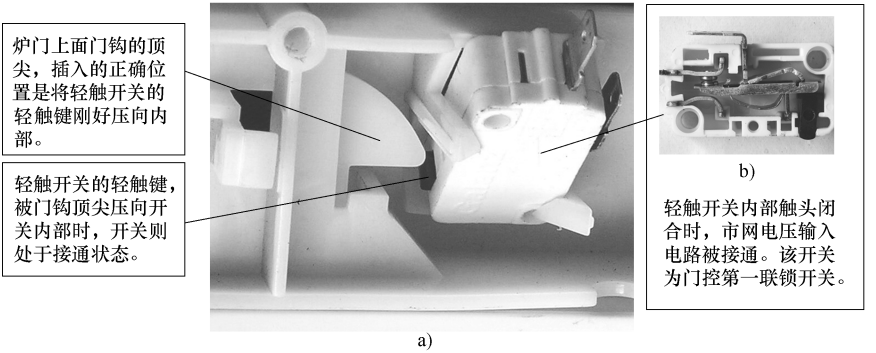


图 2-11　炉门的上面门钩控制位置实物图

在图 2-10 中，炉门下面的门钩主要是控制门控第二联锁开关和门监控开关，但它是通过两个摇臂进行控制的，如图 2-12 所示。在打开炉门，抽出门钩时，两个摇臂回到自然状态，门控第二联锁开关和门监控开关的轻触键弹出，如图 2-13 和图 2-14 所示。在门控第二联锁开关的轻触键弹出时，其内部的触头开关分离，市网电压输入线路被断开；在门监控开关的轻触键弹出时，其内部的触头开关闭合，起到炉门打开时的保护作用。但在插入门钩时，由于门钩的几何设计，使门监控开关先于门控第二联锁开关动作，即门控第二联锁开关还没有接通时，门监控开关就已经断开；而在打开炉门抽出门钩时，门控第二联锁开关先于门监控开关动作，即在门监控开关接通之前，门控第二联锁开关就已经断开，它们的时间差极短，主要由门钩的圆滑曲线的长度决定，如图 2-15 所示。

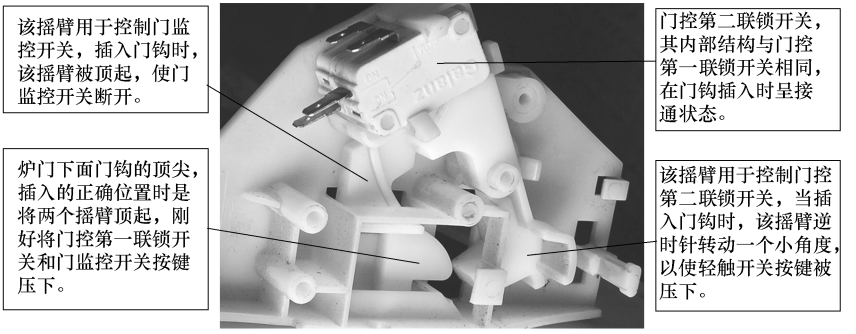


图 2-12　炉门的下面门钩控制位置实物图

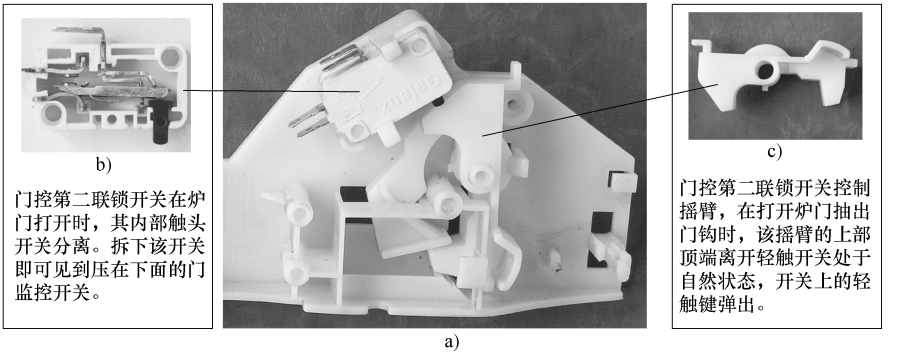


图 2-13　门控第二联锁开关控制摇臂处于自然状态实物图

（2）门控第一联锁开关电路

在格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中，门控第一联锁开关电路主要由 W-15-302C 轻触开关、棕色导线、8A/250V 电源熔断器等组成，其实物如图 2-16 和图 2-17 所示，电路原理图见图 2-8。

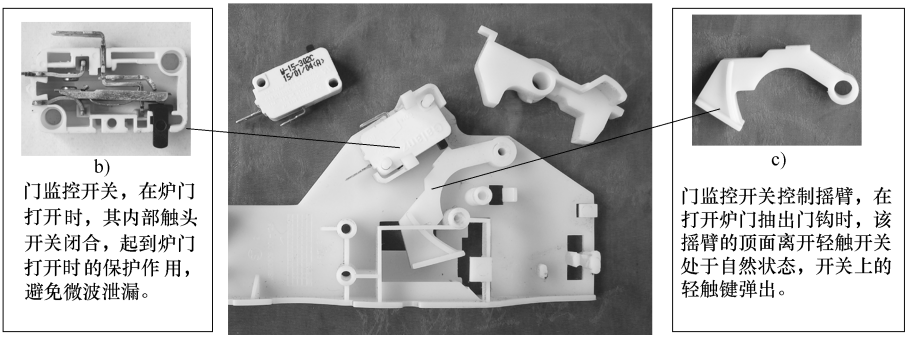


图 2-14　门监控开关控制摇臂处于自然状态实物图

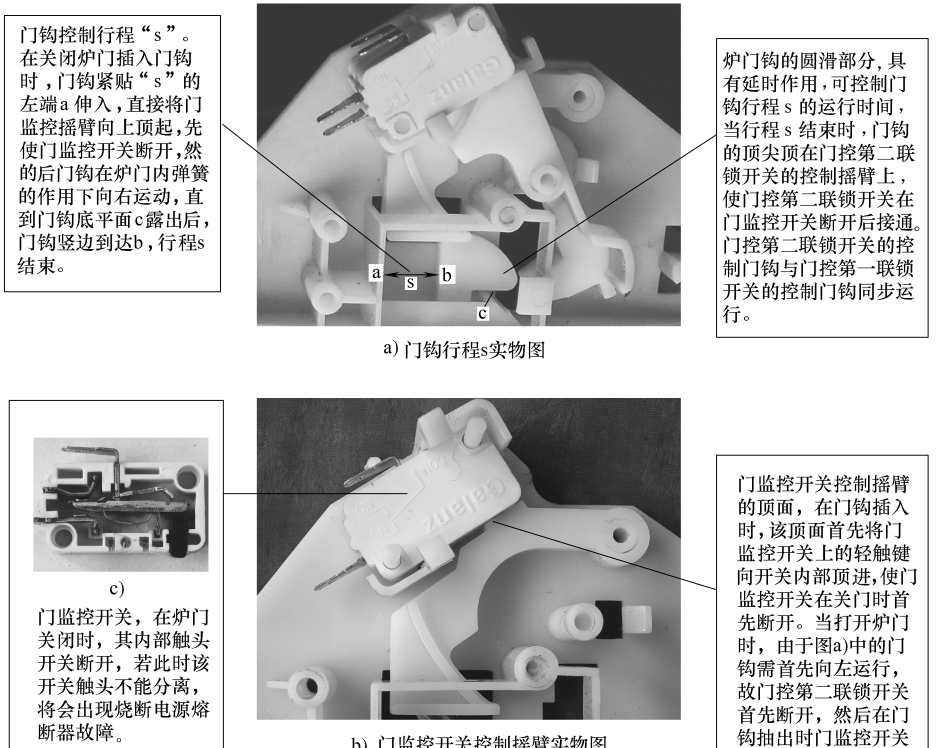


图 2-15　门控第二联锁开关和门监控开关受控过程实物图

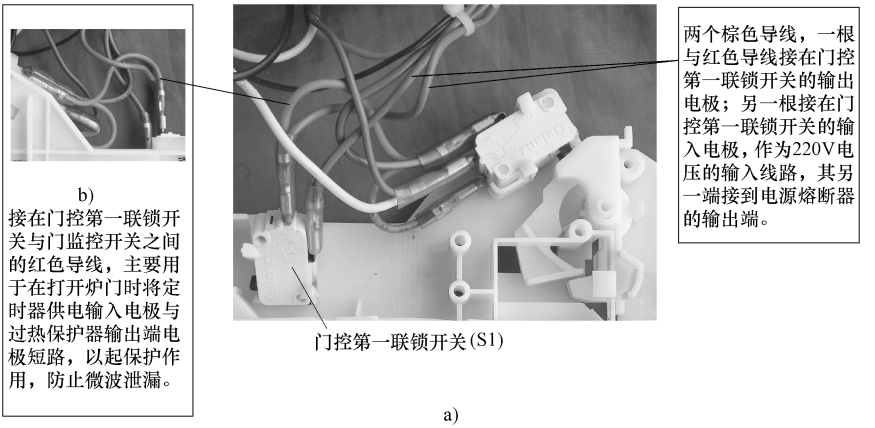


图 2-16　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型门控第一联锁开关及外接导线实物图

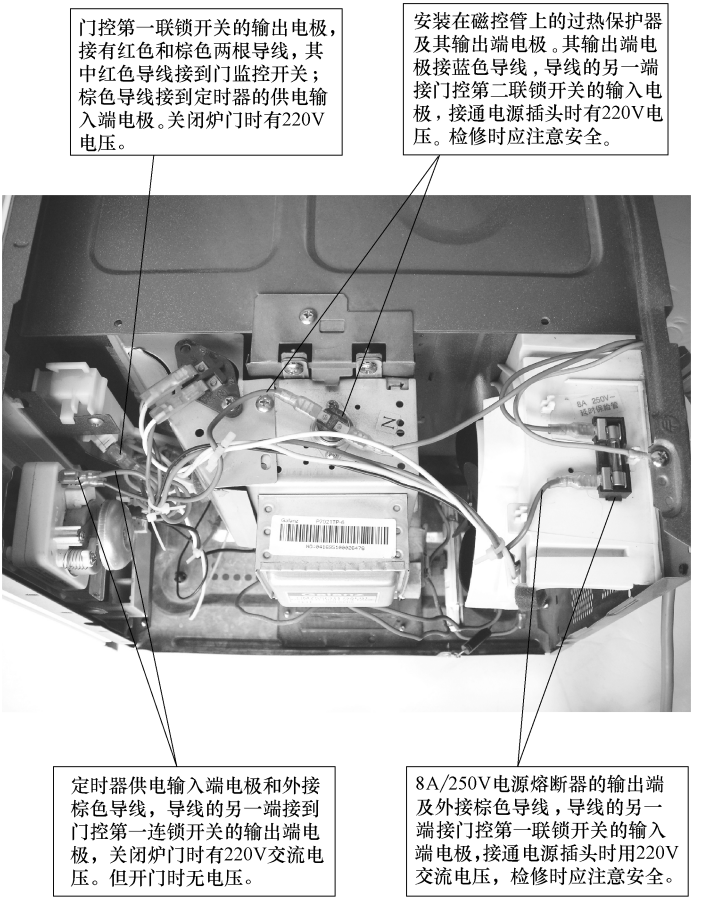


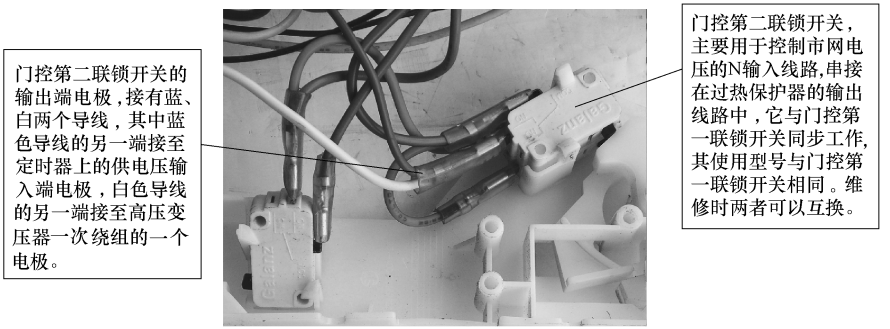
图 2-17　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉市网电压输入线路实物图

在图 2-16 中，门控第一联锁开关的输出电极接有红色和棕色两根导线，只有在关闭炉门时才有 220V 交流电压输出；门控第一联锁开关的输入电极只接一根棕色导线，只要将电源插头接入市网电压插座时就有 220V 交流电压，检修时应注意安全。

（3）门控第二联锁开关电路

在格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中，门控第二联锁开关电路主要由 W-15-302C 轻触开关、蓝色和白色导线、过热保护器等组成，用于市网电压 N 输入线路，其实物如图 2-18 所示，其电路原理图见图 2-8。

a）门控第二联锁开关输出电极与定时器供电电极的导线连接实物图



b）门控第二联锁开关输入输出电极的连接导线实物图

图 2-18　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型电动机门控第二联锁开关及外接导线实物图

在图 2-18（或图 2-8）中，门控第二联锁开关，在关闭炉门时，有 220V 交流电压输出，并通过白色导线为高压变压器供电，同时又通过蓝色导线为定时器的定时电动机供电，但在定时电动机供电电极上又引出红、黄两根导线，其中红色导线为照明灯和风扇电动机供电，黄色导线为转盘电动机供电。因此，当门控第二联锁开关导通时，风扇和转盘应同时转动，照明灯也点亮。

（4）门监控开关电路

在格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中，门监控开关电路主要由 W-15-202C 和两根红色导线等组成，用于炉门打开时的一种保护，其实物如图 2-19 所示，电路原理图见图 2-8。

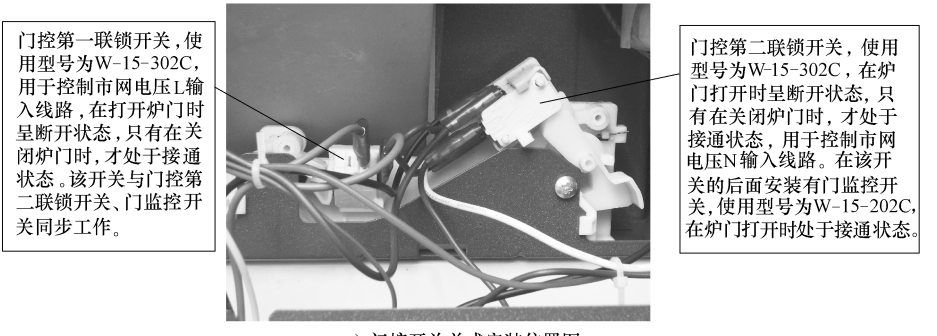
在图 2-19（或图 2-8）中，门监控开关只有在打开炉门时才会处于导通状态，但此

图 2-19　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉门监控开关外接导线实物图

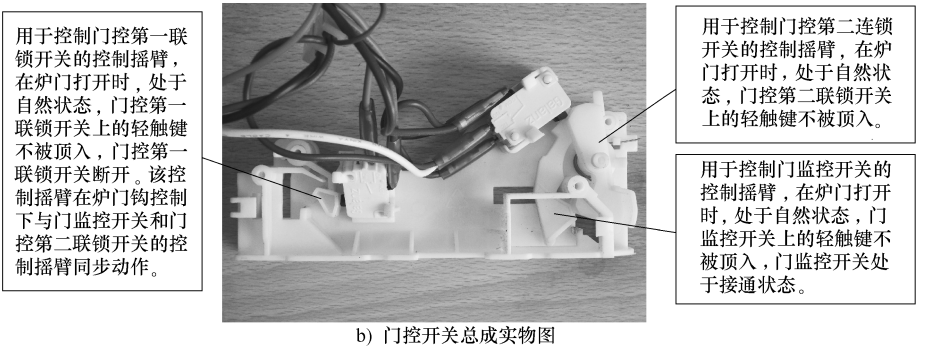
时门第一、第二联锁开关必须断开。在打开炉门时，门监控开关将门控第一联锁开关的输出端与门控第二联锁开关的输入端短接，以防止因门控开关漏电或未彻底断开而使高压电路在打开炉门时处于工作状态，形成微波泄漏，对人体造成危害，这一点是绝对不允许的。因此，在微波炉中，门监控开关电路必须工作可靠。

2. 格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉门控开关电路

格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中的门控开关电路主要由 3 只轻触开关及一些接插件和多种颜色导线等组成，但其控制方式较格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉有些差别。其主要差别是门钩的几何形式不同，且微波炉的前面板下面没有设置开门按键。其实物如图 2-20 所示，电路原理图如图 2-21 所示。因此，在了解该种门控开关



a）门控开关总成安装位置图



b）门控开关总成实物图

图 2-20　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中的门控开关电路实物图

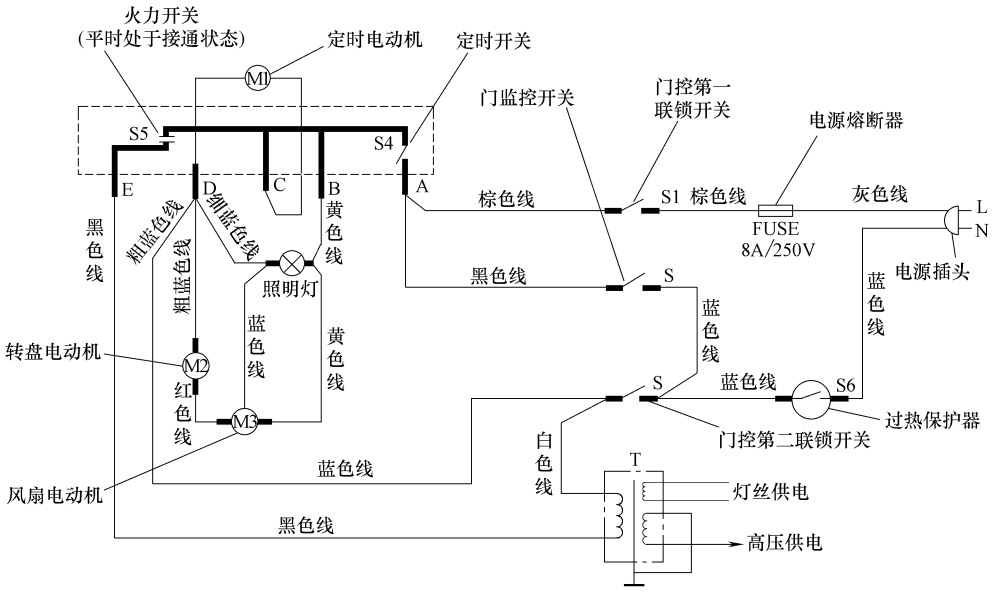


图 2-21　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中的门控开关电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

电路的工作原理时，就主要是弄清楚门钩机制的差别之处。

（1）炉门钩的控制功能

炉门钩的控制功能主要是使门控第一、第二联锁开关在关闭炉门时能够同步接通，同时使门监控开关一定先于门控第一、第二联锁开关接通之前断开。而在打开炉门时，门控第一、第二联锁开关同时断开，同时门监控开关在门控第一、第二联锁开关断开后接通。在格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中门钩的插入与退出是以直接关门和拉门进行控制的，即开门时不需要按开门按键（该机中也没有设置开门按键），如图 2-22 所示。

图 2-22　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉炉门抠手及门钩实物图

在图 2-22 中，炉门上端门钩用于控制门控第一联锁开关，其控制过程如图 2-23 所示；炉门下端门钩用于控制门控第二联锁开关和门监控开关，其控制过程如图 2-24 所示。

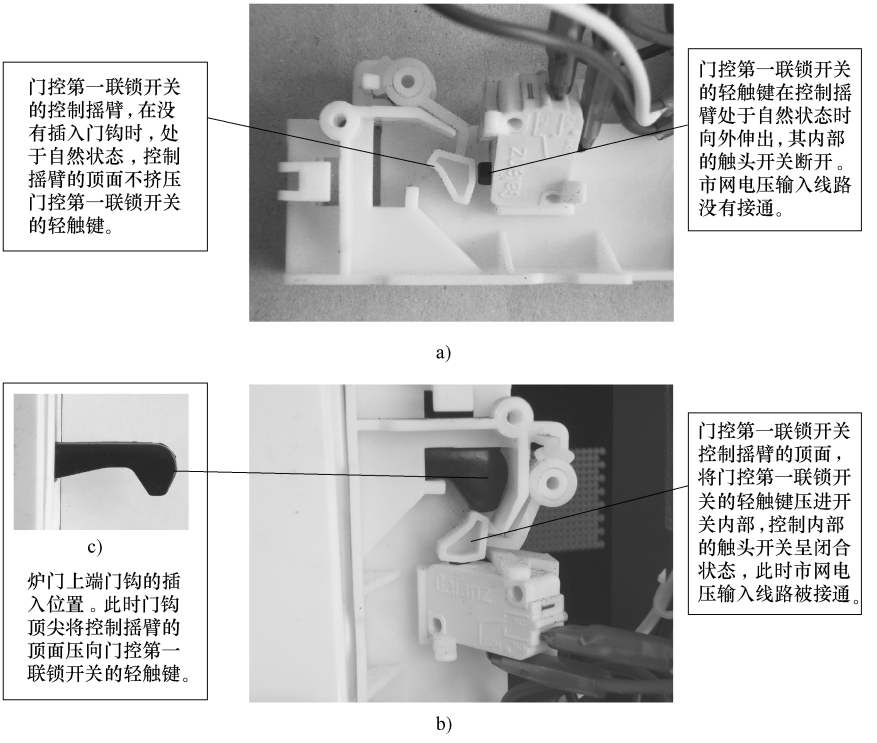


图 2-23　门钩对门控第一联锁开关的控制过程实物图

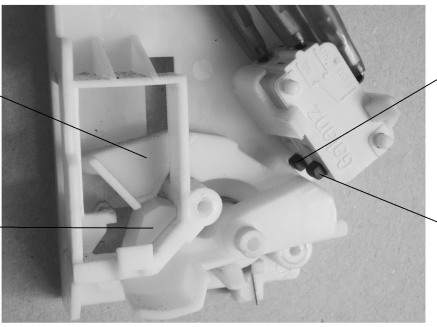
在图 2-24 中，门监控开关与门控第二联锁开关受控的间隔时间是由炉门下端门钩的斜边长度决定的，门钩斜边越长，门监控开关与门控第二联锁开关受控的间隔时间越长，安全系数越低，反之，受控的间隔时间越短，安全系数也越高。间隔时间过短，会出现门监控开关还没有彻底断开时，门控第二联锁开关就已经导通，形成烧断电源熔断器的短路故障。这一点在维修时一定要注意。

（2）门控第一联锁开关电路

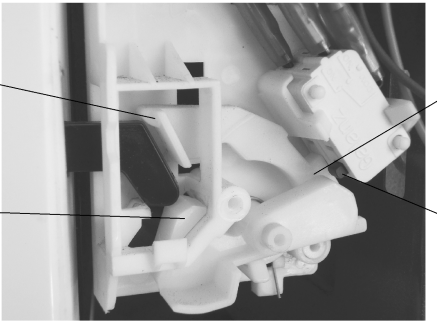
在格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中，门控第一联锁开关电路主要由 W-15-302C 轻触开关，两根棕色导线和 8A/250V 电源熔断器等组成，用于市网电压输入线路，其实物如图 2-25 所示，电路原理见图 2-21。

在图 2-25 中，门控第一联锁开关的输入电极通过棕色导线和电源熔断器相接，在接通电源插头时就有 220V 电压输入；门控第一联锁开关的输出电极通过棕色导线接到定时器开关的输入端电极，只有在关闭炉门时才有 220V 电压输出。

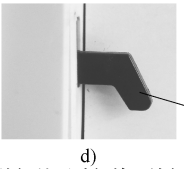
（3）门控第二联锁开关电路



a)

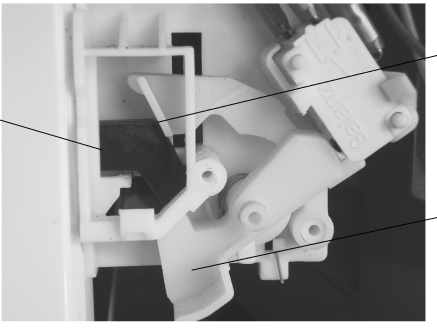


b)



d)

炉门的下端门钩，该门钩的斜边具有延时作用，当门钩刚插入时，该门钩的斜边将门监控开关的控制摇臂顶起后，还需下滑后才能够压下门控第二联锁开关控制摇臂的端头。



c)

图 2-24　门钩对门控第二联锁开关和门监控开关的控制过程实物图

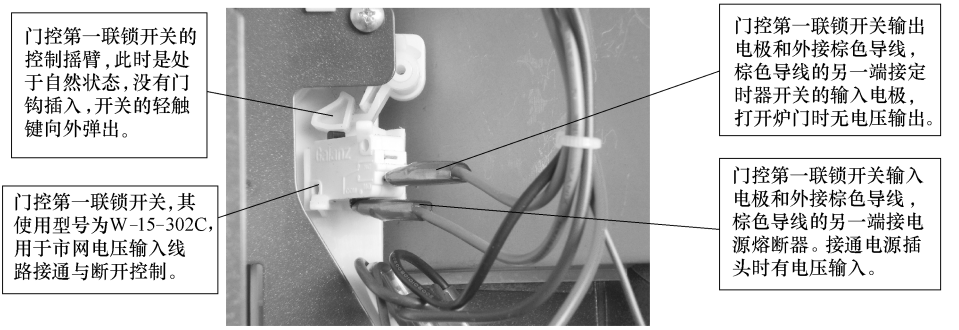


图 2-25　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中门控第一联锁开关及外接导线实物图

在格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中，门控第二联锁开关电路主要由 W-15-302C 轻触开关、蓝色导线和过热保护器等组成，用于市网电压输入线路，其实物如图 2-26 所示，电路原理见图 2-21。

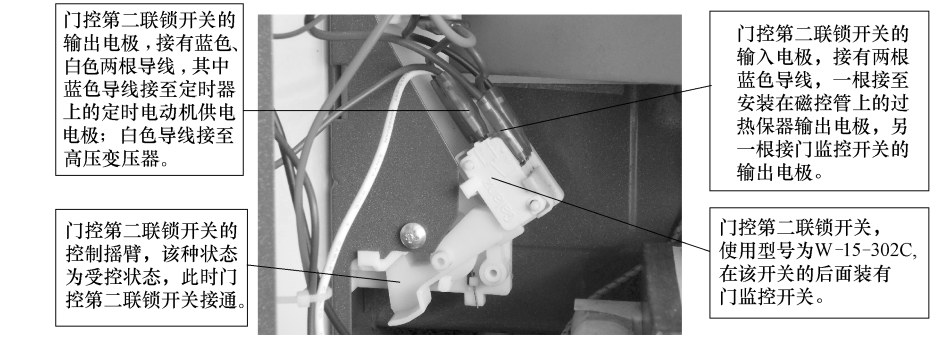


图 2-26　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中门控第二联锁开关及外接导线实物图

在图 2-26 中，门控第二联锁开关的输入电极接有两个蓝色导线，其中一根接至过热保护器，用于 220V 电压输入，另一根接至门监控开关，用于开炉门时的短路保护。门控第二联锁开关的输出电极接有蓝、白两根导线，其中蓝色导线接至定时电极的输入电极，为定时电动机和转盘电动机、照明灯、风扇电动机供电，见图 2-21。其中白色导线主要为高压变压器供电。

（4）门监控开关电路

在格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中，门监控开关电路，主要由 W-15-202C 轻触开关和黑、红两根导线等组成，其实物如图 2-27 中所示，电路原理图见图 2-21。

在图 2-27 中，门监控开关的输入电极接黑色导线，通过定时开关的输入电极接至门控第一联锁开关的输出端；门监控开关的输出电极接蓝色导线，接至门控第二联锁开关的输入电极。当打开炉门时，门监控开关接通，执行短路保护功能。

3. 格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉门控开关电路

格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中的门控开关电路主要由 3 只轻触开关

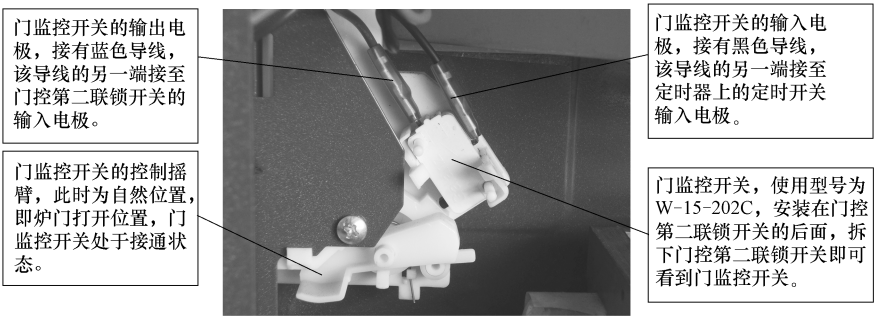


图 2-27　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中门监控开关及外接导线实物图

及一些接插件和多种颜色导线等组成，如图 2-28 所示，其电路原理图如图 2-29 所示。

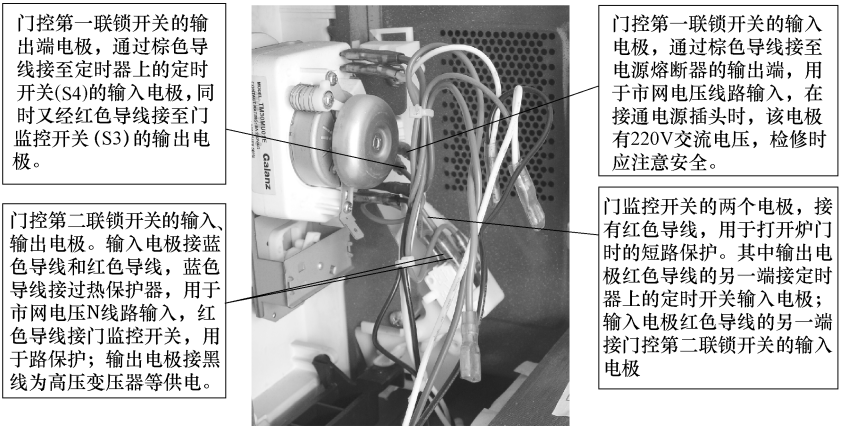


图 2-28　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中门控开关电路实物图

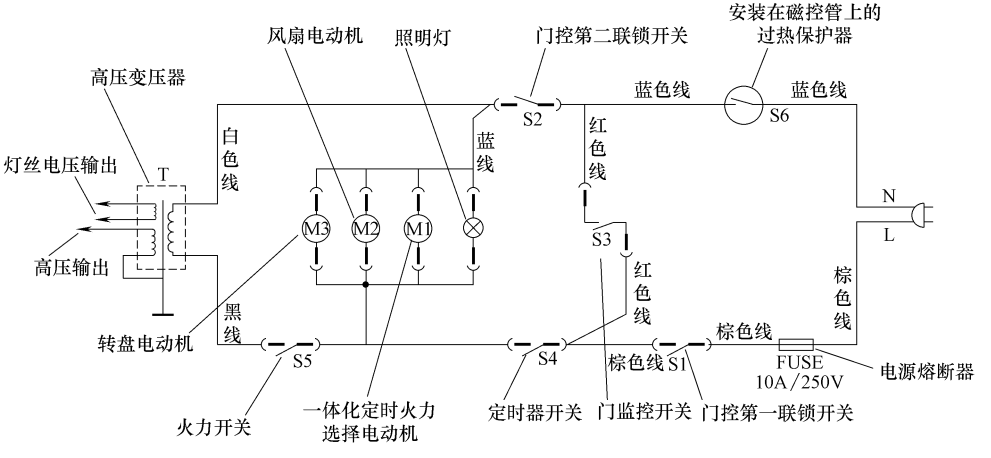
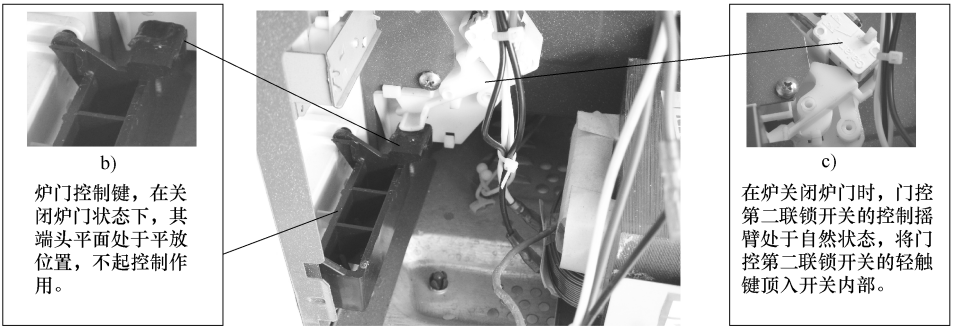


图 2-29　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉门控电路原理图

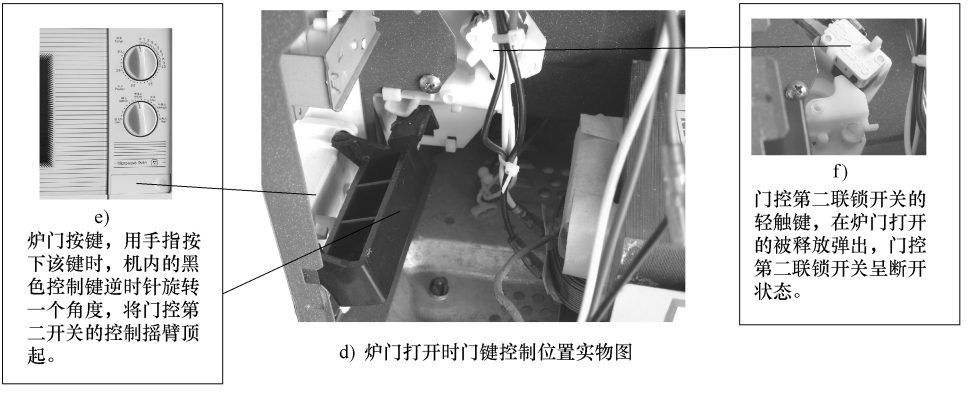
注：该图仅供参考。

（1）炉门钩的控制功能

炉门钩的控制功能主要是在炉门关闭时能够使门监控开关首先断开，然后再将门控第一、第二联锁开关接通，其功能作用与格兰仕 PW700 型微波炉相同，但其门控的控制方式有所不同，如图 2-30 所示。



a) 炉门关闭状态时门键控制位置实物图



d) 炉门打开时门键控制位置实物图

图 2-30　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中门键控制位置实物图

在图 2-30 中，门控第二联锁开关的控制摇臂是受黑色的长方形控制键控制，在关闭炉门，控制键处于自然状态时，门控联锁开关的控制摇臂的下端自然下垂，上端将门控联锁开关的轻触键顶进开关内部，使门控第二联锁开关接通，门监控开关断开；而当打开炉门时，门控联锁开关的控制摇臂受控，其上端离开门控开关的轻触键，使门控第二联锁开关断开，门监控开关接通。因此，在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中门控机制与格兰仕 WP700 型微波炉门控机制的最大不同是其控制摇臂的功能动作正好相反，即在格兰仕 WP700 型微波炉中，控制摇臂受控时，门控第一、第二联锁开关接通，门监控开关断开，而在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，控制摇臂受控时，门控第一、第二联锁开关断开，门监控开关接通。这种差别在维修中是很值得注意的。

（2）门控第一联锁开关电路

在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，门控第一联锁开关电路主要由

W-15-302C 轻触开关、两根棕色导线等组成，用于市网电压 L 输入线路，其实物如图 2-31所示，电路原理图见图 2-29。

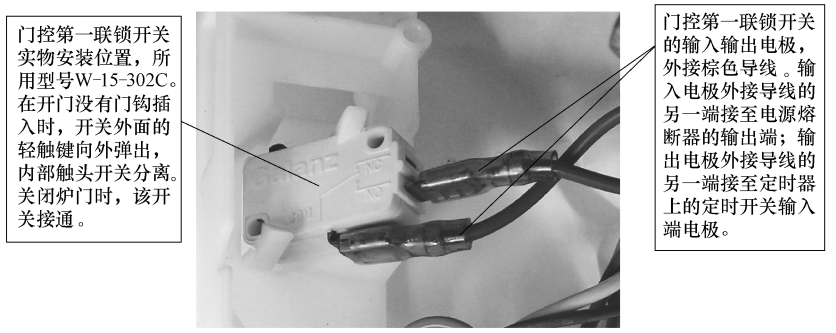


图 2-31　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中门控第一联锁开关电路实物图

在图 2-31 中，门控第一联锁开关，主要用于控制电源熔断器输入线路的接通与断开。但在接通电源插头时，门控第一联锁开关的输入端电极就有 220V 市网交流电压，检修时应注意安全。

（3）门控第二联锁开关电路

在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，门控第二联锁开关电路，主要由 W-15-302C 轻触开关和蓝、白色导线等组成，其实物如图 2-32 所示，电路原理见图 2-29。

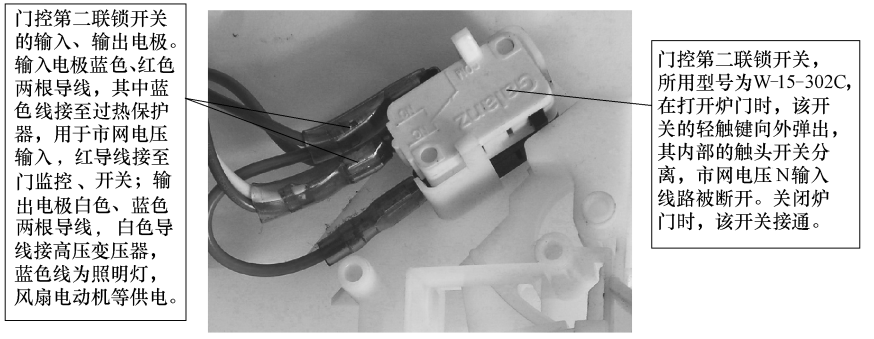


图 2-32　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中门控第二联锁开关电路实物图

在图 2-32 中，门控第二联锁开关主要用于控制过热保护器输入线路的接通与断开，但在接通电源插头时，门控第二联锁开关的输入电极就有 220V 市网交流电压，检修时应注意安全。

（4）门监控开关电路

在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，门监控开关电路主要由 W-15-202C 轻触开关及两根红导线等组成，其实物如图 2-33 所示，电路原理图见图 2-29。

在图 2-33 中，门监控开关主要用于打开炉门保护，防止微波泄漏。检修时一定确保门监控开关工作可靠。

图 2-33　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中门监控开关电路实物图

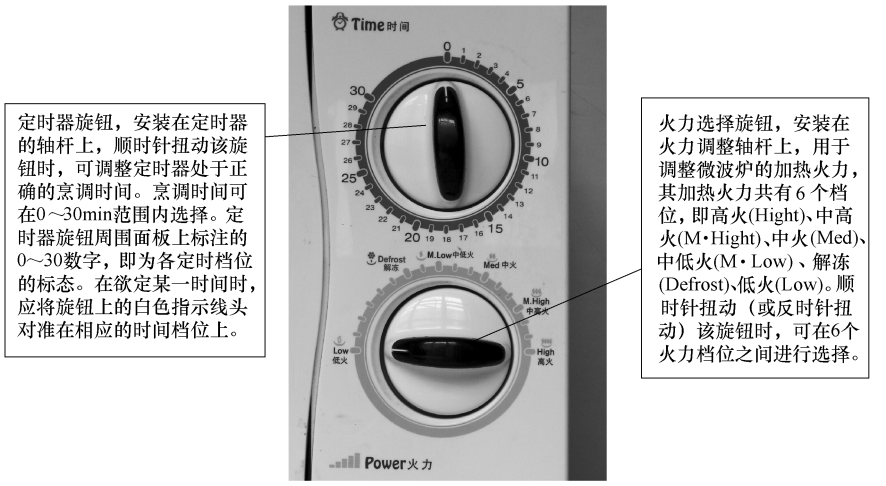
二、定时器控制系统

定时器控制系统通常是由定时器和定时火力一体化电动机等组成在一个独立的铁制骨架上，并由定时、火力两个旋钮控制。它在机械式微波炉中比较通用，一般情况下，不同机型中的定时器控制系统都可以更换。因此，这里就仅以格兰仕 WP700 型机械式微波炉为例，对其基本功能进行分析介绍。其实物如图 2-34 所示，面板控制旋钮及功能控制如图 2-35 所示。

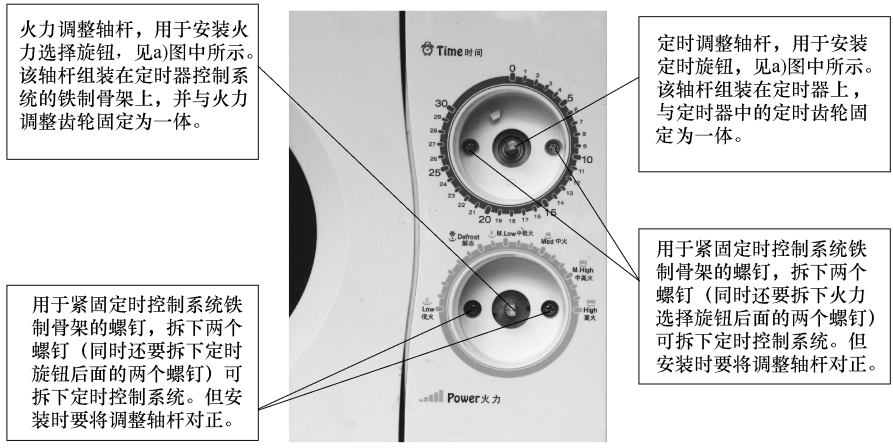
a）定时器控制系统（有铃控摇臂侧）实物图

b）定时器控制系统（有供电电极侧）实物图

图 2-34　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中定时器控制系统实物图



a）定时、火力旋钮及周围指示档位实物图



b）定时、火力轴杆实物安装位置图

图 2-35　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉前面板
定时、火力旋钮及指示档位实物图

1. 定时控制功能

定时控制功能主要是设定微波炉的加热时间，加热时间越长，微波发射的时间也就越长，食物被烹调的也就越好。不同的食物需要有恰到好处的烹调时间，而这个烹调时间就主要是通过旋转门面板上的定时旋钮来设定。

在图 2-35a 中，当扭动定时器旋钮时，通过固定在轴杆上的齿轮装置，首先使定时器内部的定时开关触头接通，定时火力一体化电极的输入电极被接通，如图 2-36 所示。当定时开关刚一接通时，定时火力一体化电动机便开始转动，在此基础上继续向前扭动定时器旋钮，即可改变定时齿轮的角度，以设定定时器开关的接通时间，定时齿轮的改变角度越大，定时开关的接通时间越长，反之，则越短。定时开关接通时间的长短，就控制了微波炉的加热时间，但在通常情况下，定时开关的最长接通时间是 30min。

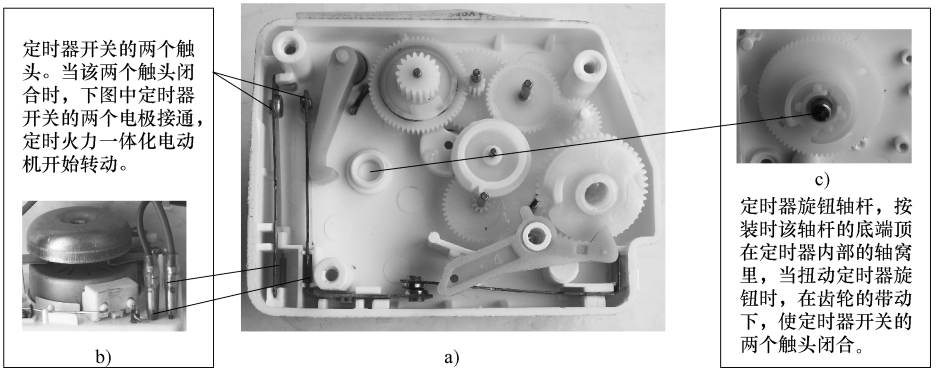


图 2-36　定时器内部的定时开关实物图

在图 2-36 中，定时器内部触头开关是在一些组合齿轮的控制下，在设定时间结束时断开的。但组合齿轮的运行动力不是由传统钟表中的发条（钢卷弹簧）提供，而是由定时火力一体化电动机来带动，因此，在刚一扭动定时旋钮就使定时火力一体化电动机转动的第一层意义就是为定时组合齿轮提供动力，以实现倒计时功能。倒计时的时间越长，微波炉加热的定时时间就越长。在图 2-35 中，若将定时器旋钮白色指示线头指向“5”，则定时时间为 5min，如图 2-37 所示；若将定时器旋钮白色指示线头指向“12”，则定时时间为 12min，如图 2-38 所示；若将定时器旋钮白色指示线头指向“20”，则定时时间为 20min，如图 2-39 所示；若将定时器旋钮白色指示线头指向“27”，则定时时间为 27min，如图 2-40 所示；若将定时器旋钮白色指示线头指向“30”，则定时时间为 30min，也就是最大的定时时间，如图 2-41 所示。在定时时间设定后，旋钮在定时火力一体化电动机的带动下会缓慢逆时针倒转，待回归至零时，有一声铃响，警示规定的加热时间结束，并提醒用户可以打开炉门取出食物。

在定时器旋钮处于逆时针倒转过程中，应避免手动助推定时器旋钮，或将定时器旋钮一下拧回到“0”点位置，以防止定时火力一体化电动机不能正常工作或损坏电动机。因此，若想在定时器旋钮逆时针回转过程中停止微波加热，可直接拉开炉门，由门控第一联锁开关和门控第二联锁开关切断定时火力一体化电动机的供电电源，然后再将定时旋钮手动归 0，以使定时器开关断开，为下次操作定时器旋钮做好预备工作。

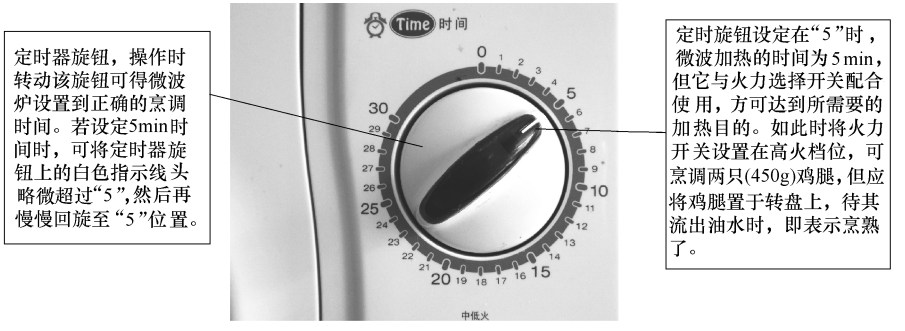


图 2-37　5min 定时设置实物图

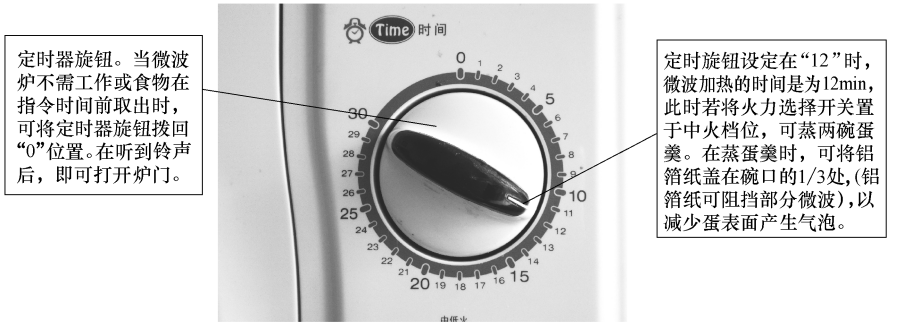


图 2-38　12min 定时设置实物图

图 2-39　20min 定时设置实物图

图 2-40　27min 定时设置实物图

2. 火力控制功能

火力控制功能主要是设定磁控管的输出功率，输出功率越大，磁控管间歇发射微波的时间就越长，烹调食物的火力就越大，越有利于烹调体积较大的食物。烹调火力可通过旋转小面板上的火力旋钮来设定，见图 2-35。

在图 2-35a 中，当扭动火力旋钮时，通过蜗杆装置可调整火力控制齿轮的旋转角度，旋转角度越大，火力开关断开的时间越短，火力也就越大，但控制齿轮的旋转动力

图 2-41　30min 定时设置实物图

是由定时火力一体化电动机提供的。因此，火力触头开关是在控制齿轮的旋转角度和定时火力一体化电动机的联合控制下不断接通与断开，且每次接通与断开的周期为 30s，如图 2-42 所示。当定时时间设定后火力触头开关就在定时火力一体化电动机的作用下以 30s 周期不断循环工作（这也是定时火力电动机的第二层用意，第一层用意是驱动定时齿轮）。在 30s 周期内，火力开关接通与断开的时间有不同的比例，以便设定不同的微波火力。

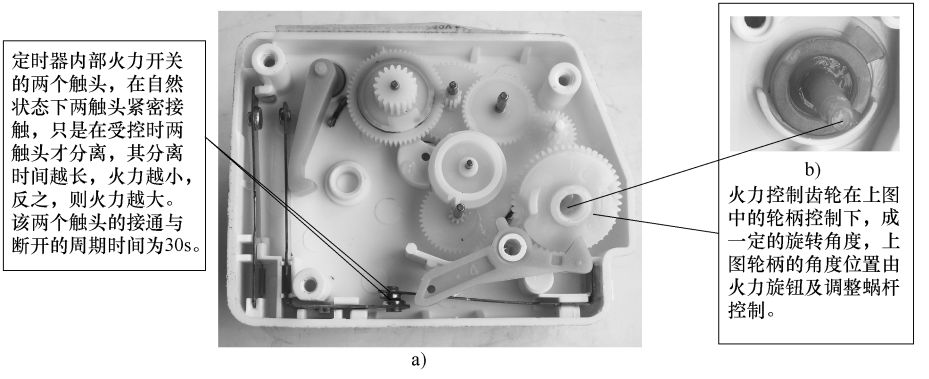


图 2-42　定时器内部的火力开关控制系统实物图

在图 2-35a 中，若将火力旋钮白色指示线指向不同的档位，火力开关就有不同的接通时间和断开时间，进而有不同的微波火力，如图 2-43 ~ 图 2-48 所示。

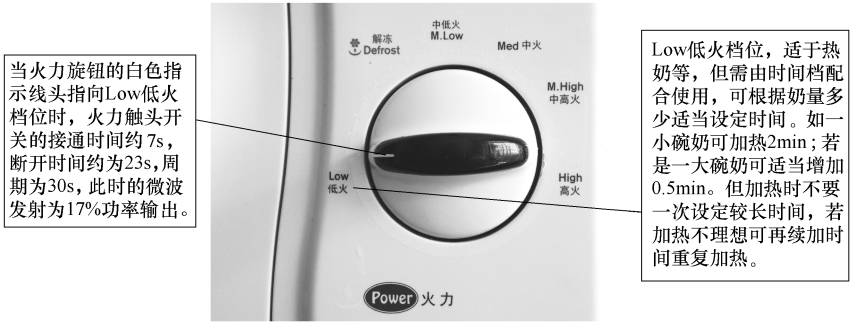
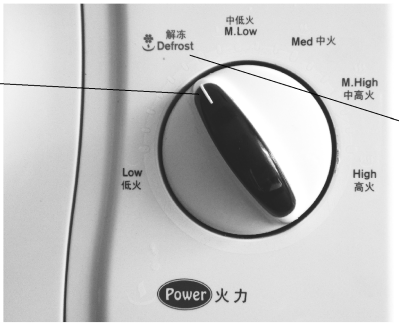


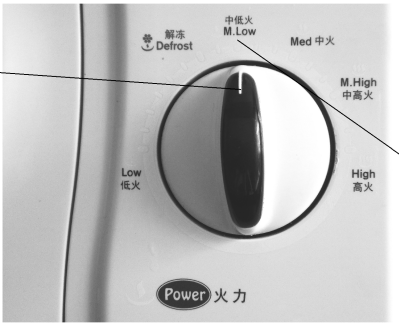
图 2-43　Low 低火力设置实物图



当火力旋钮的白色指示线头指向Defrost解冻档位时，火力触头开关的接通时间约14s，断开时间约16s，周期为30s，此时的微波发射为37%功率输出。

Defrost解冻档位，主要用于解冻电冰箱冷冻室中的食物，如冻鱼、冻鸡、冻肉等。但其解冻时间应根据具体食物体积（或重量）的大小来设定。如欲解冷500g冻肉时，可首先设定5min，不妥时再续加时间重复解冻。

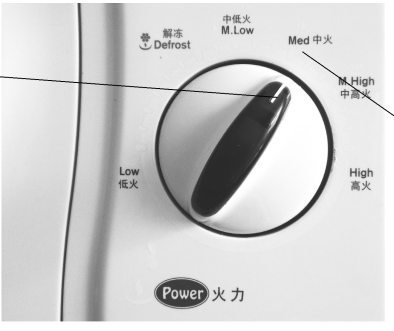
图 2-44　Defrost 解冻火力设置实物图



当火力旋钮的白色指示线头指向M·Low中低火档位时，火力触头开关的接通时间约17s，断开时间约13s，周期为30s，此时的微波发射为40%功率输出。

M·Low中低火档位，适合用于温热凉饭等。如欲温热一小碗凉大米饭，可将时间设定在2min，若温热一大碗大米饭时，可将时间设定在3min，若温热不理想时可续加时间重复加热。

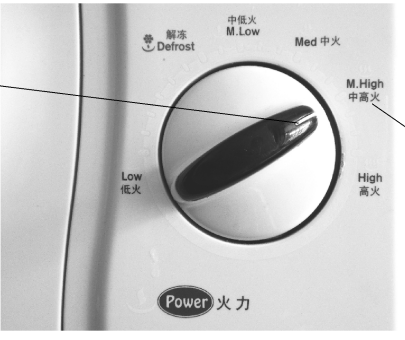
图 2-45　M · Low 中低火力设置实物图



当火力旋钮的白色指示线头指向Med中火档位时，火力触头开关的接通时间约为23s，断开时间约为7s，周期为30s，此时的微波发射为66%功率输出。

Med中火档位，适用于烹制松软食物，如自制肉松、菜汤等。但它可与定时时间及高火档配合使用。如自制500g肉松，可在配料加水后先用高火烧5min，然后再用中火烘干12min；又如烧250g酸菜汤，可先用高火烧15min，然后再用中火煮15min。

图 2-46　Med 中火力设置实物图



当火力旋钮的白色指示线头指向M·High中高火档位时，火力触头开关的接通时间约为29s，断开时间约为1s，周期为30s，此时的微波发射为85%功率输出。

M·High中高火档位，适用于蒸蛋羹等，如同时用3个菜碗蒸3个鸡蛋羹时，可将定时器设定在10min。也可用中火档蒸至15min。中高火档位也可用于煮饭，如两杯米加适当水后煮15min。

图 2-47　M · High 中高火力设置实物图

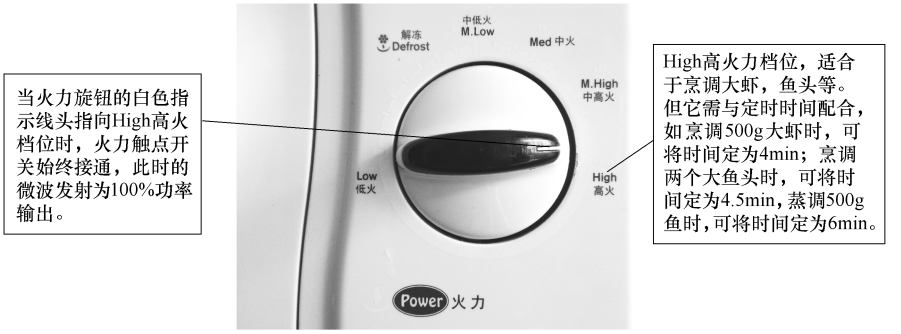


图 2-48　High 高火力设置实物图

第二节　微波加热系统电路

微波加热系统电路是微波炉中的核心电路，它是由多个系统电路联合组成，如高压供电、磁控管及微波发射、风扇冷却、转盘电动机等系统电路。其中有一个系统电路故障或异常，都会影响微波炉正常加热。因此，深入了解微波加热系统电路的组成结构及工作原理，对维修工作十分重要。本节就主要以格兰仕 WP700 型微波炉为例，分析介绍微波加热系统的各个组成部分及其工作原理。格兰仕 WP700 型微波炉中的微波加热系统电路组成与其他品牌型号微波炉中的微波加热系统电路组成基本一致，在进行电路分析和维修时可相互参考。

一、高压供电系统

在格兰仕 WP700 型微波炉中，高压供电系统主要由高压变压器、高压二极管、高压电容器及高压熔断器等组成，其实物如图 2-49 所示，电路原理图如图 2-50 所示。高

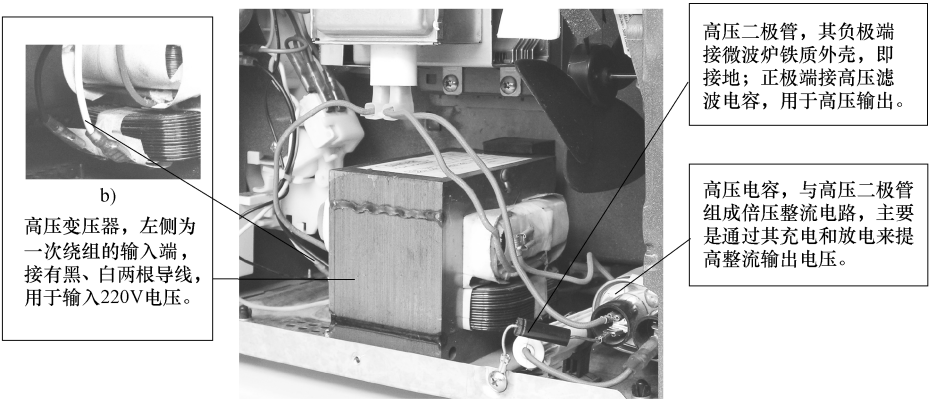


图 2-49　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中高压电路元器件实物图

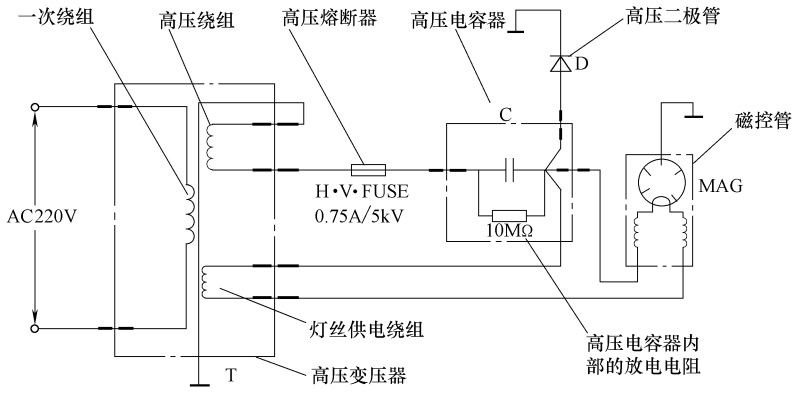


图 2-50　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中高压电路原理图

压供电系统主要产生 -4100V 直流高压和 3.4V 交流电压为磁控管供电，因此它是微波炉中十分重要的一部分电路，对其电路的组成元器件都有特殊要求。

1. 高压变压器的主要特点及性能要求

高压变压器在高压供电系统中，主要是用于产生 1800 ~ 2100V 的交流高压和 3.1 ~ 4.0V 的灯丝电压，且性能较普通变压器要高很多，其主要特点是功率高且体积小、容量大但耐热性好、电流密度大且抗电强度高、高压绕组的一端通过铁心接地、灯丝电压直接输出等。

在生产实践中，为提高高压变压器的性能要求，总将一次绕组和灯丝绕组的线径选得较粗一些，保证每平方毫米有 7A 和 10A 的电流，以使高压变压器的磁通密度和电流密度最大。为满足磁控管的供电要求，高压变压器会有很高的温度，故在生产设计时，常要求其耐热温度不低于 180℃，且一、二次绕组之间与灯丝绕组之间的耐压程度不小于 800V（交流电压）。同时，为安全起见，总将高压绕组的接地端紧固在变压器的铁心上。

在图 2-49 中，高压变压器设有 3 个绕组，一个是一次绕组，用于输入 220V 市网电压；另一个是高压绕组，用于产生磁控管阴极供电电压；第三个是灯丝绕组，用于产生磁控管的灯丝电压。在正常情况下高压变压器的检修参数有：

1）高压变压器一次绕组电源输入插头两极间的正、反向电阻值约为 1.6Ω（用 R × 1Ω 档测量）。

2）高压变压器二次高压绕组两极间的正、反向电阻值约为 120Ω（用 R × 1Ω 档测量）。

3）高压变压器二次灯丝绕组两极间的正、反向电阻值近于 0Ω。

但欲检测高压变压器的输入、输出电压，必须是在拔掉磁控管的供电插头后，方可通电检测，且检测时一定要注意安全。

2. 高压二极管的主要特点及主要电参数

高压二极管是高压供电系统中的重要器件之一，它主要与高压电容器组成倍压整流电路，为磁控管阴极提供 -4100V 高压。因此，在高压供电系统中，高压二极管与普通

整流二极管有较大不同。高压二极管（HVR）内含阻尼、升压管，它是一种特殊的高频整流器件，其主要电参数 $V_{(BR)}$ 反向击穿电压不小于 8kV，I_{OM} 最大整流电流不低于 0.35A。在正常情况下，高压二极管两极间的正向电阻值约为 150kΩ，反向电阻值为∞（用 R×10kΩ 档测量，若用 R×1kΩ 档测量时，正、反向阻值均为∞）。

在微波炉的高压供电系统中，常见的高压二极管的型号有 T3512、HVR-1x、E142415、HVM10 等，但检测时其两极间的电阻值并不完全一致。因此，在维修更换高压二极管时应尽量保持型号一致，绝不能用普通整流二极管代换。

3. 高压电容器常见型号及功能作用

在高压供电系统中，高压电容器的常见容量有 0.86μF、1.0μF、1.08μF 等，其耐压值均不小于 2100V，但它在不同功率的微波炉中，有不同型号的选择，主要用于倍压电路中。

在格兰仕 WP700 型机械式微波炉中，高压电容器的型号为 1.0μF/2100V，它与高压二极管组成倍压整流电路，其工作原理见本书第一章第二节中的相关介绍，这里不再赘述。

高压电容器在正常状态下，用 R×1kΩ 档测量其两极间（在独立的开环状态）的充电阻值约为 250kΩ，放电阻值为∞；用 R×10kΩ 档测量时，其充电阻值约为 140kΩ，放电阻值约为 10MΩ（电容器内部并接有 10MΩ 电阻）。不同型号的高压电容器，有不同的充放电阻值。故上述测量值仅供参考。

二、磁控管及微波发射系统

在格兰仕 WP700 型机械式微波炉中，磁控管及微波发射系统是微波加热系统电路中的核心部分，它主要是在定时火力一体化电动机的控制下向微波炉内腔食物发射具有一定功率要求的 2450MHz 微波，其实物如图 2-51 中所示。

在图 2-51 中，微波发射系统主要是由磁控管及固定在微波炉内腔微波输入口的铁质波导腔等组成。它们的机械性能及电气特性能直接影响微波炉的使用功率及加热效果。因此，在生产组装和维修拆卸时都有严格要求。

1. 磁控管的基本要求

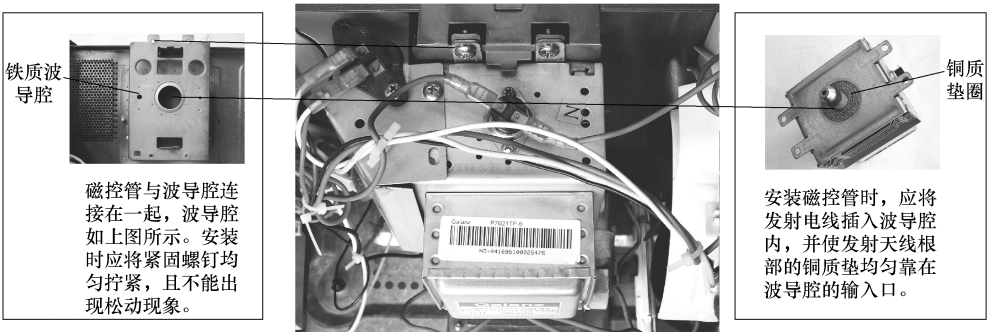
在微波发射系统中，磁控管必须符合国际标准，其微波发射频率必须稳定在 2450MHz，且额定输出功率应为 700～900W。在 700W 微波炉中，磁控管的额定输出功率应为 700W，但在实际加热过程中，其平均输出功率不小于 450W。有关磁控管的技术参数见表 1-2。

在不同功率的微波炉中，所用磁控管的型号往往不同，而不同型号的磁控管，其阴极电压、灯丝电压及输出功率也不同，因此，在维修更换磁控管时，一定保持型号一致，应急代换时要保证额定输出功率基本相同。

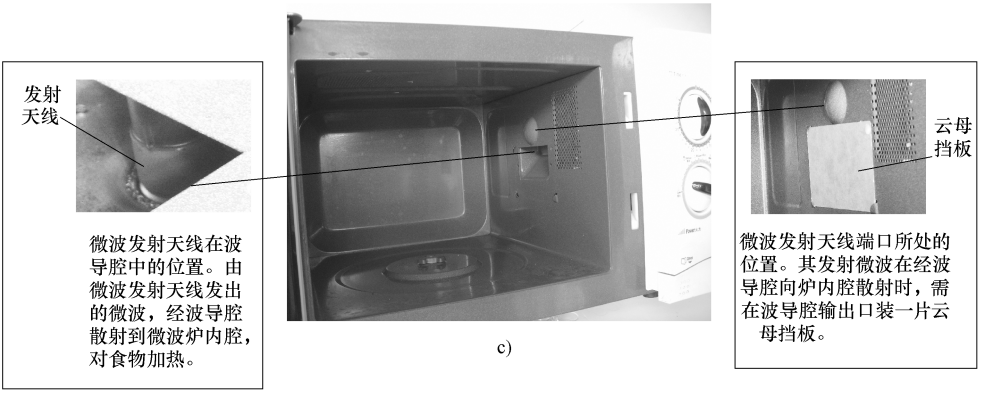
2. 波导装置及波导挡板的功能作用

在格兰仕 WP700 型机械式微波炉中，由铁质材料制成并固定在微波炉内腔输入口的波导装置及安装在波导腔出口的用云母材料制成的波导挡板，是微波发射系统中的重要组成部分。其中，波导装置主要是用于导引微波能量，使微波向所设计的方向传输，并散射在被加热的食物中。波导装置的导引效率越高，微波加热的有效功率就越高；波

a)



b)



c)

图 2-51　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中磁控管及微波发射系统实物图

导挡板的作用是阻挡微波炉内腔食物产生的蒸汽进入波导腔中，防止磁控管发射天线遭到侵蚀。因此，波导装置及波导挡板在微波发射系统中有着重要作用，在生产和维修过程中，对波导装置处理不当，将会引起微波泄漏或造成微波发射的有效功率下降。

另外，在波导装置中，伸入波导腔的发射天线根部的铜质高频网状垫圈，应均匀平整地紧靠在波导腔的输入口，以起到绝缘密封作用。在生产和维修的安装过程中，若不

慎使垫圈损坏或安装螺钉紧固不均匀，都易出现微波泄漏。这一点是绝对不允许的。

三、风扇冷却系统

风扇冷却系统主要由风扇电动机和风扇叶轮等组成，并按照一定要求平行安装在磁控管的一侧。它是微波加热系统电路中一个重要的附属部分，主要作用是为磁控管散热。其散热效果能否达到要求，将直接影响磁控管的正常工作。若风扇冷却系统因故障停止工作，会使微波加热系统电路中的过热保护功能动作。

在风扇冷却系统中，风扇电动机引线有两电极和三电极之别，因此在不同机型中，风扇冷却系统有不同的电路组成，但其功能作用及技术要求是一致的。

1. 两电极风扇电动机电路组成

两电极风扇电动机电路组成比较简单，应用时只需将两电极任意接入 220V 交流电压输入线路即可，如格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中即采用了两电极风扇电动机，其电路组成如图 2-52 所示，电路原理图见图 2-29。

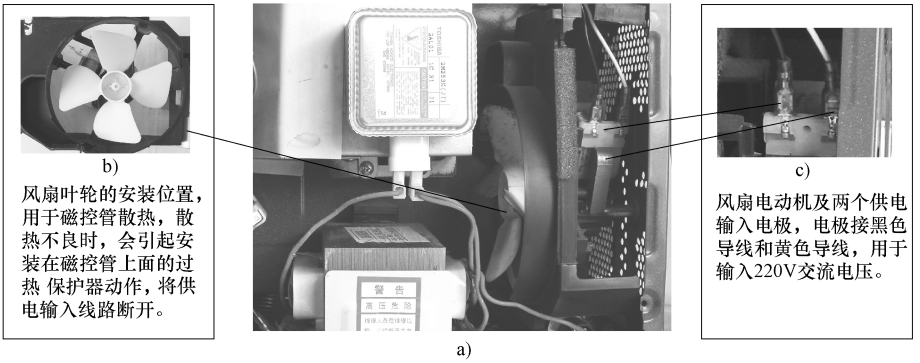


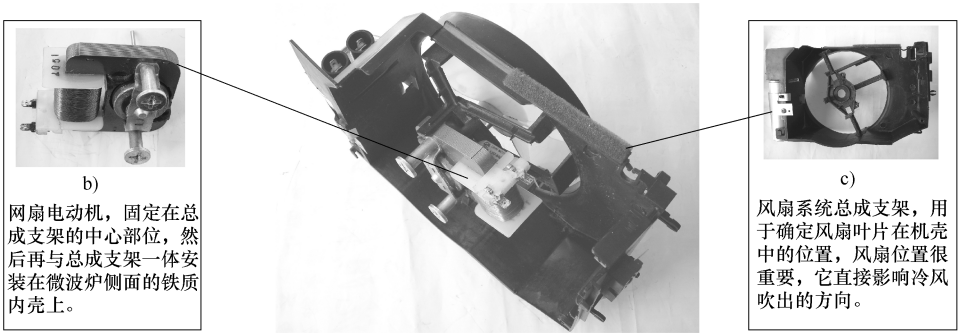
图 2-52　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中风扇冷却系统图

在图 2-52 中，风扇电动机固定在塑料骨架上，与塑料骨架形成一个总成，如图 2-53所示。然后再将总成安装在微波炉内壳壁上的一个适当位置，其标准是：冷却风量的流向应平行于磁控管的散热片，避免冷风直接吹向磁控管封装部位；保证进出风口畅通，使经磁控管的风量能够大量导流，以满足冷却要求。

在图 2-53 中，风扇电动机绕有一个漆包线线径较细的定子绕组，绕组两端各接入一个电极，用于引入 220V 电压，如图 2-54 所示。但定子绕组的线径及匝数都有一定要求，一般以满足风扇叶轮能够产生不少于 $1m^3/min$ 的风量为标准。

在图 2-52 中，风扇电动机的两个供电输入电极中，接有黑色导线的电极与照明灯座的一个电极相通，接有黄色导线的电极与照明灯座的另一个电极相通，其导线连接如图 2-55 所示。

在图 2-55 中，照明灯座的两个电极用于输入 220V 交流电压，其中，一个电极通过黑色导线接至定时器上的定时开关输出电极，受定时开关控制；另一个电极通过蓝色导线接至门控第二联锁开关的输出电极，受门控第二联锁开关控制。因此，在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，当关闭炉门，拧动定时器旋钮时，随着照明灯

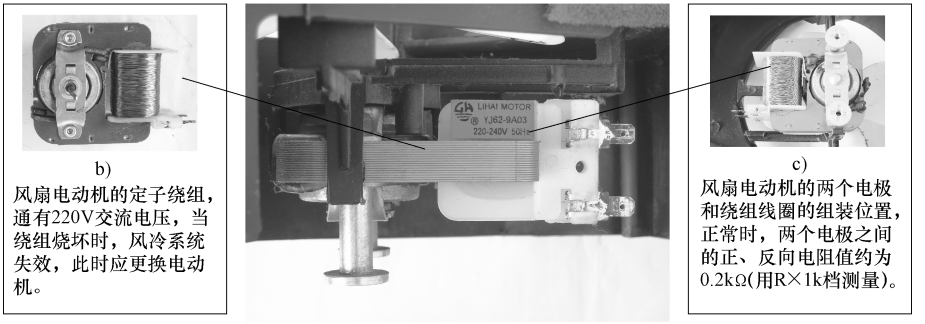


b)
网扇电动机，固定在总成支架的中心部位，然后再与总成支架一体安装在微波炉侧面的铁质内壳上。

c)
风扇系统总成支架，用于确定风扇叶片在机壳中的位置，风扇位置很重要，它直接影响冷风吹出的方向。

a)

图 2-53　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中风扇系统总成侧视图

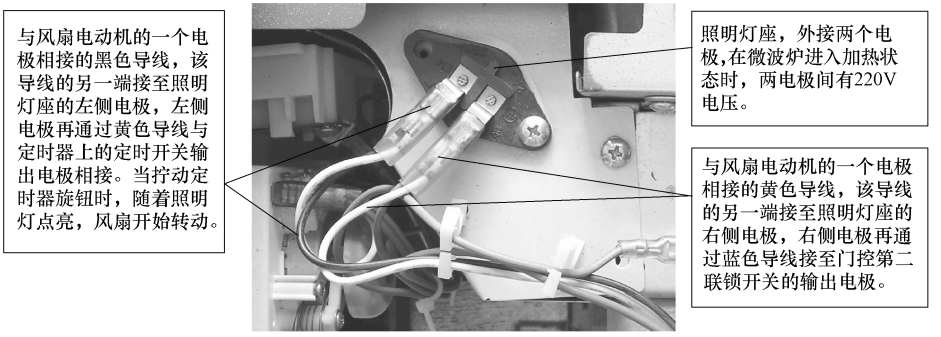


b)
风扇电动机的定子绕组，通有220V交流电压，当绕组烧坏时，风冷系统失效，此时应更换电动机。

c)
风扇电动机的两个电极和绕组线圈的组装位置，正常时，两个电极之间的正、反向电阻值约为0.2kΩ(用R×1k档测量)。

a)

图 2-54　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中两极风扇电动机侧视图



与风扇电动机的一个电极相接的黑色导线，该导线的另一端接至照明灯座的左侧电极，左侧电极再通过黄色导线与定时器上的定时开关输出电极相接。当拧动定时器旋钮时，随着照明灯点亮，风扇开始转动。

照明灯座，外接两个电极，在微波炉进入加热状态时，两电极间有220V电压。

与风扇电动机的一个电极相接的黄色导线，该导线的另一端接至照明灯座的右侧电极，右侧电极再通过蓝色导线接至门控第二联锁开关的输出电极。

图 2-55　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中照明灯供电极引线实物图

点亮，风扇叶轮就开始转动，为磁控管散热。

2. 三电极风扇电动机电路组成

三电极风扇电动机电路组成较两电极风扇电动机电路组成只是分出一个 30V 交流电压输出电极，为转盘电动机供电，而另两个电极仍用于 220V 交流电压输入，但在接线时一定注意不能把电极接错。在格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中即采用了三电极风扇电动机，其电路组成如图 2-56 中所示，电路原理图如图 2-57 所示。

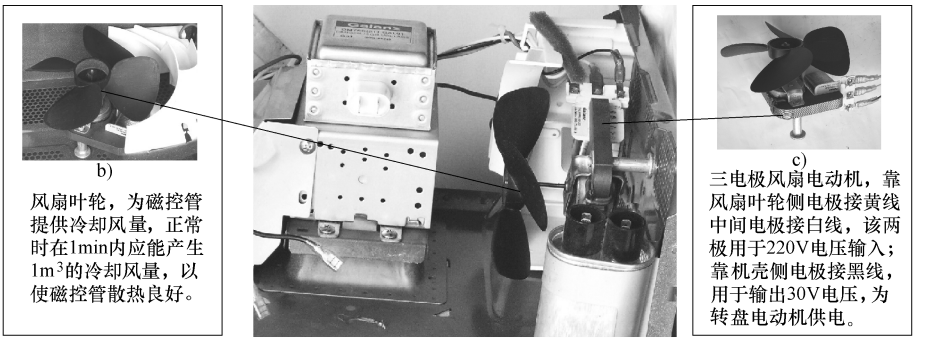


图 2-56　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中风扇冷却系统组装图

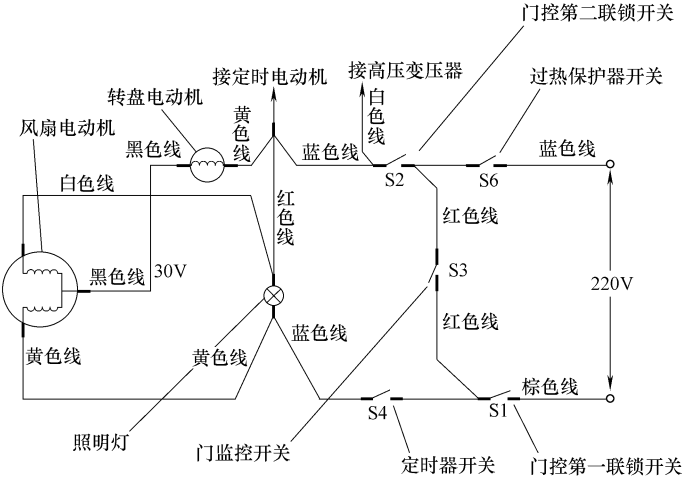


图 2-57　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中
风扇电动机和转盘电动机的供电电路原理图

在图 2-56 中，风扇电动机有 3 个电极，分别接黄、白、黑色导线，如图 2-58 中所示。其中，黄、白色导线所接电极用于 220V 交流电压输入，黄、白色导线的另一端接

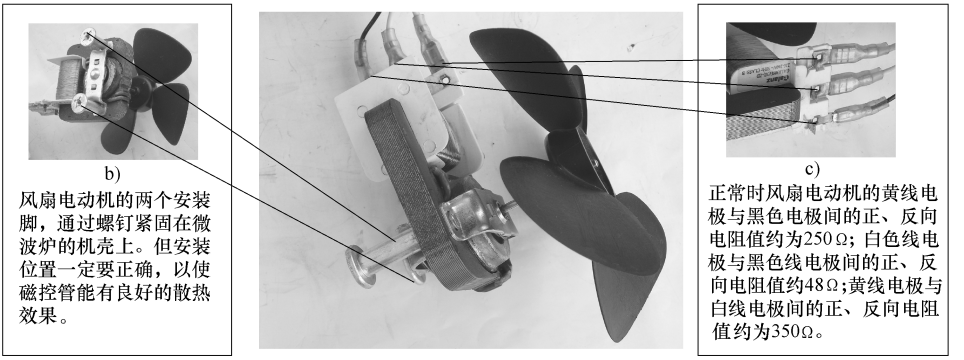


图 2-58　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中风扇电动机与风扇叶轮实物图

至照明灯的两个电动机，其线路组成与两电极风扇电动机的供电线路相同。在进行电路分析及故障检修时，两者可相互参考。黑色导线所接电极用于30V交流电压输出，黑色导线的另一端接至转盘电动机的一个电极，如图2-59所示。

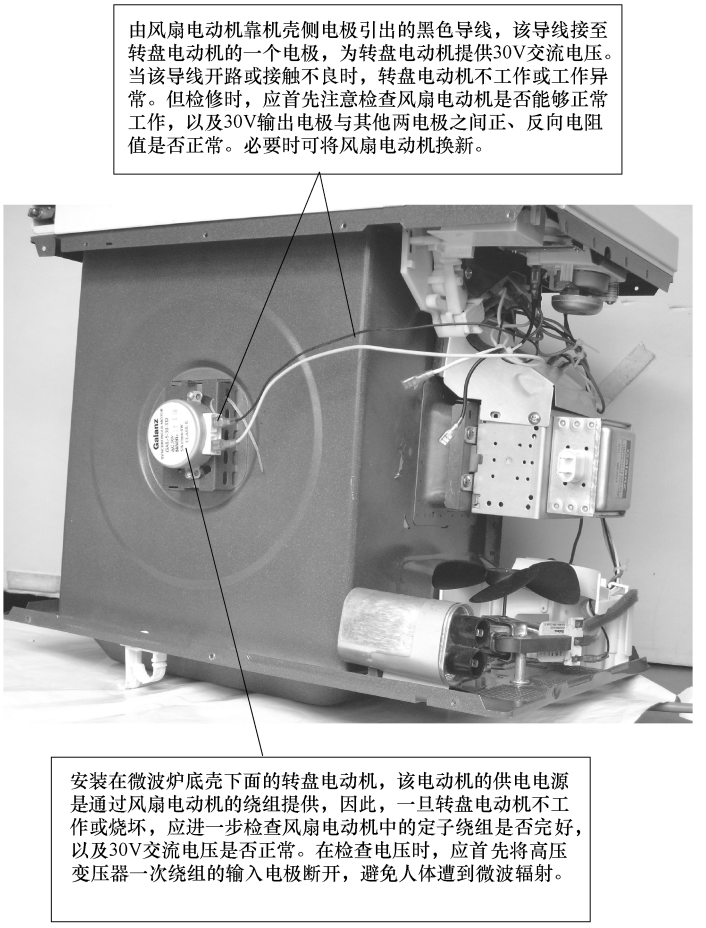


图2-59　格兰仕WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉底面电路实物图

三电极风扇电动机电路组成的最大特点是，在风扇电动机的定子绕组中抽出一个接头，通过导线为转盘电动机供电。因此，一旦风扇电动机的定子绕组开路，就会连带转盘电动机停止工作，但风扇电动机的定子绕组漏电或局部击穿时，易使转盘电动机烧坏。这一点在电路分析及故障检修时很值得注意。

在格兰仕WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中，风扇电动机接白色导线电极与照明灯的一个电极相通，再通过红色导线接至定时火力一体化电动机的一个电极，并通过蓝色导线受控于门控第二联锁开关；风扇电动机接黄色导线电极与照明灯的另一个电极相通，再通过蓝色导线接至定时开关的输出端电极，并通过定时开关及输入端电极导线受控于门控第一联锁开关；风扇电动机接黑色导线电极与转盘电动机的一个输入电极

直通，为转盘电动机供电。因此，在格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中，当关闭炉门，扭动定时器旋钮时，随着照明灯点亮，风扇电动机和转盘电动机同时起动。

四、转盘电动机及其控制系统

转盘电动机及其控制系统主要是用于控制食物能够均匀加热。在微波炉的内腔中，由于微波是从侧翼辐射对食物进行加热的，故受到辐射的食物正面首先被加热，而食物背面的加热程度就相对迟缓一些。因此，为使食物能够均匀加热，就必须使被加热的食物在微波辐射过程中不停地转动，并使食物转动与微波发射在时间上同步，这就需要在微波炉中设置一个能够使食物转动的转盘电动机及其控制系统。

1. 转盘电动机

转盘电动机是微波炉中的专用器件，它安装在机壳的底部，用于驱动微波炉内腔底面上放置的转盘，见图 2-59。转盘电动机在不同机型中有不同的规格型号，根据供电压分为 220V 供电和 30V 供电等，根据功率来分有 4W 和 3W 等，其常见转盘电动机如图 2-60 ~ 图 2-62 所示。

图 2-60　格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中转盘电动机实物图

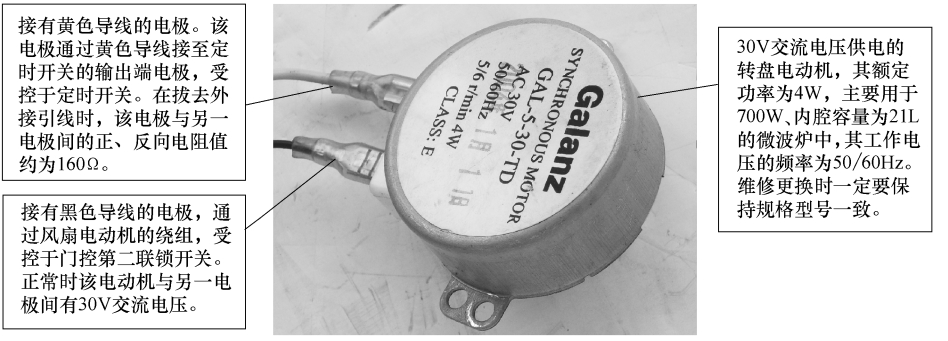


图 2-61　格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中转盘电动机实物图

在格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉中，所用转盘电动机为 4W，由 30V 交流电压供电，其电路原理图见图 2-57。在图 2-57 中，由于 30V 电压是从风扇电动机绕组中取出，因此转盘电动机与风扇电动机总是同步工作，一旦风扇电动机的内部绕组的输入端线路开路，转盘电动机也会与风扇电动机同时停止工作。这是 30V 交流供电转盘电动机供电线路的一个主要特点，在故障检修时应特别注意。

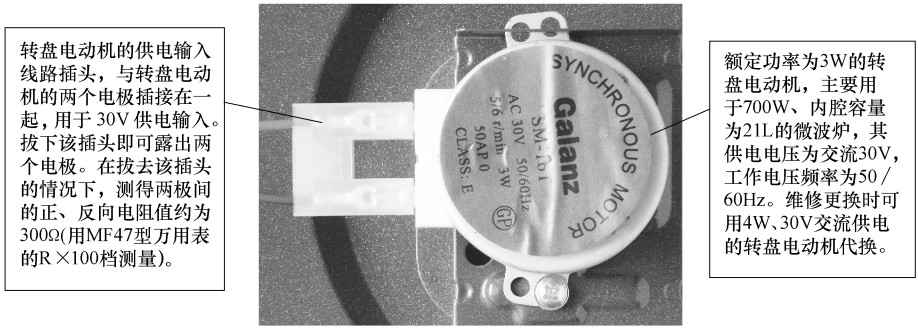


图 2-62　格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉中转盘电动机实物图

在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，所用转盘电动机为 4W，由 220V 交流电压直接供电，其电路原理图见图 2-29。在图 2-29 中，转盘电动机的供电线路与风扇电动机、定时电动机及照明灯供电线路并联，在接通 220V 交流电压时，转盘电动机与风扇电动机等应是同时工作。但其中某一个电动机绕组开路时，都不会影响其他电动机正常工作。因此，在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，当风扇电动机绕组的输入端线路开路时，转盘电动机仍会正常工作。这一点是 220V 供电转盘电动机与 30V 供电转盘电动机在实际应用中的主要区别之处。因此，在维修更换转盘电动机时一定注意供电电压应与原型号一致。

2. 转盘驱动控制电路

在微波炉中，转盘驱动控制电路主要由门控联锁开关等组成，这一点在不同型号的机械式微波炉中基本相同。如在格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉中，转盘电动机的控制电路就主要由 S4 和 S1、S2 等组成，如图 2-63 所示。其中 M3 为转盘电动机，S4 为定时器中的定时开关，S1 为门控第一联锁开关，S2 为门控第二联联锁开关。只有在关闭炉门和设置定时器档位时，转盘电动机才有工作电压加入，进而使转盘电动机驱动微波炉内腔底部平放的转盘匀速转动。当定时器设定时间结束时，随着定时开关 S4 的断开，转盘电动机停止转动。

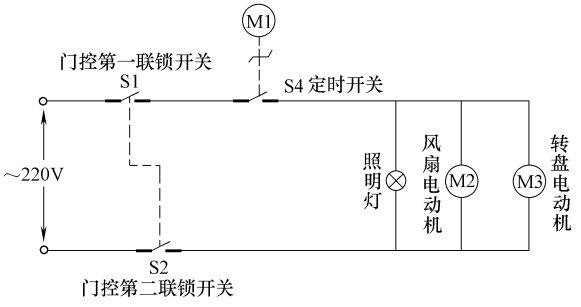


图 2-63　转盘电动机控制电路原理图

在定时器设定时间内，微波炉中的转盘不转时，可首先观察照明灯是否点亮。若照明灯能点亮，一般是转盘电动机损坏或转盘电动机的供电插头无电压输入，这时需要做

进一步检查来判断；若照明灯不能点亮，一般是供电控制电路中有故障，这时应重点检查定时器中的定时开关及门控第一、第二联锁开关。若控制开关有故障，不仅照明灯不亮，风扇电动机也不转动。这一点是故障分析时很值得注意的。

第三节　安 全 检 修

安全检修是微波炉故障检修工作中的一个十分重要的事情，因为微波炉是在高电压供电条件下以发射微波来加热食物的一种电器，检修时稍有不慎，就极易遭到高压电击和微波辐射，对人体构成极大伤害，严重时会夺去生命。要做到安全检修，必须对一些安全注意事项及检修要领有一个全面的了解。

一、安全注意事项

安全注意事项主要是在开壳检修前及检修过程中需要做到的一些事情，以避免出现一些人为故障及对人体的伤害。

1. 安全使用常识

（1）正确安装

正确安装是用户及维修人员能够充分认识微波炉基本属性的一个表示。其主要内容有

1）应将微波炉置于通风、干燥、无腐蚀性气体的环境中，并远离高温及蒸汽。

2）微波炉的净重一般在 15kg 以上，故应放置在有足够承托力的水平面上，如木桌、木台等。

3）切勿在微波炉顶面上放置任何物件，并保持与顶部壁柜距离至少为 20cm。

4）微波炉两侧距墙壁至少为 5cm，炉背与墙壁至少为 10cm。

5）为了防止触电，必须确保微波炉外壳接地线良好。

（2）主要技术指标

机械式微波炉的一些主要技术指标，常因内腔容量不同而有所不同。

1）内腔容量为 21L 格兰仕 WP700（货号：P7021TP-6）型微波炉的主要技术指标有

① 额定电压及频率：AC220V/50Hz；

② 额定输入功率：1180W；

③ 微波输出功率：700W；

④ 额定微波频率：2450MHz；

⑤ 定时器时间：0～30min 连续可调，并带铃；

⑥ 内腔容量：21L；

⑦ 有效转盘面积：0.047m^2；

⑧ 均匀加热方式：专用玻璃转盘方式；

⑨ 外形尺寸：295mm×458mm×392mm。

2）内腔容量为 23L 格兰仕 WP800（货号：WP800T）型微波炉的主要技术指标有

① 额定电压及额定频率：220V/50Hz；

② 额定输入功率：1300W；

③ 微波输出功率：800W；

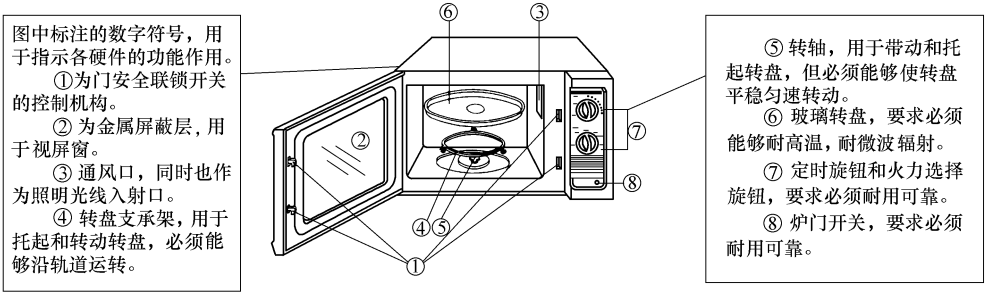
④ 额定微波频率：2450MHz；

⑤ 定时器时间：0～30min 连续可调，并带铃。

（3）性能要求

机械式微波炉的组成特点主要是通过关门和开门来控制微波炉启动与停止，因此，对微波炉的一些硬件设施都有严格要求。其主要硬件如图 2-64 所示。

a) 门控硬件实物图



b) 门控系统中各硬件功能作用指示图

图 2-64　机械式微波炉门控系统实物及各硬件功能作用指示图

1）门安全联锁机构应确保炉门打开时，微波炉不能工作；而在炉门关上时，微波炉内部的门控开关必须接通，使微波炉进入准预备状态。门安全联锁机构主要是由门钩控制，因此首先必须保证门钩能够上下滑动自由，如图 2-65 所示。

2）视屏窗网孔应符合安全标准，不能使网孔破裂或扩大，避免微波泄漏。视屏窗有金属屏蔽层，可透过网孔观察食物烹调情况。

3）通风口良好，但不能破坏或扩大通风口上的网孔，避免微波泄漏，如图 2-66 所示。

4）转盘支承应滚动自由，不应有任何阻力。转盘支承有 3 个小轮，用于支承玻璃转盘，工作时应按其轨道运动，如图 2-67 所示。

5）转轴，用于带动玻璃转盘转动，其实物安装位置见图 2-67。其性能要求必须是

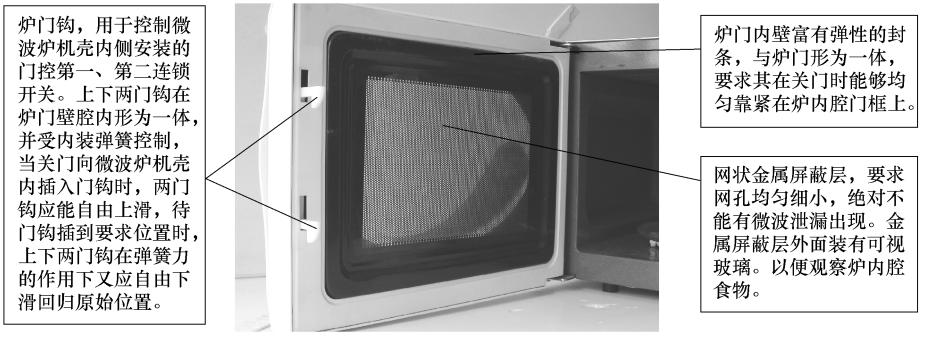


图 2-65　机械式微波炉门钩位置实物图

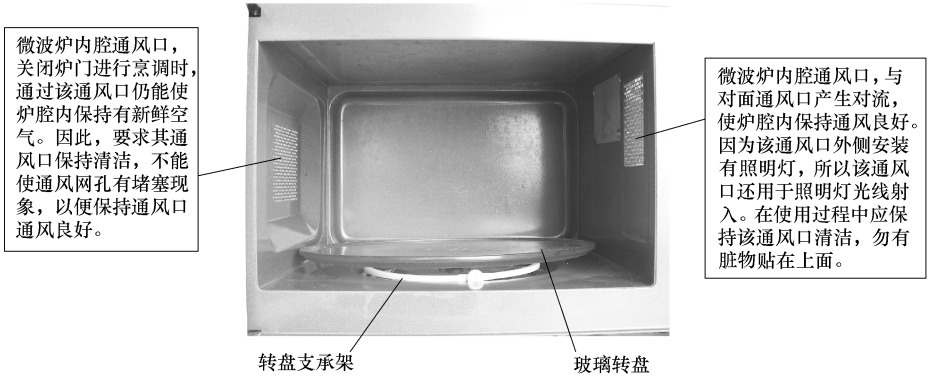


图 2-66　机械式微波炉内腔通风口位置实物图

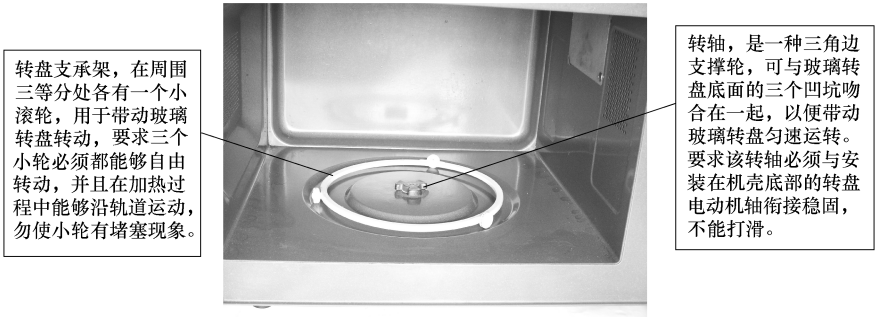


图 2-67　微波炉内腔底面安放的转盘支承架实物图

耐热不变形，且无毒无味。

6）玻璃转盘，平稳放置在转盘支承架上，并同时能够使转盘底部中心周围处的凹坑与转轴吻合，见图 2-66。其性能要求必须是耐热不变形，且无毒无味。

7）控制板上的定时旋钮和火力选择旋钮，必须坚固耐用，指示线与面板上的档位线能够对正，有关控制说明见图 2-37 ~ 图 2-41 和图 2-43 ~ 图 2-48 所示。

8）门开关按键必须能够坚固耐用，操作灵活可靠，每次按动时，炉门都能自动打开。

2. 安全使用要点

（1）使用过程中的注意事项

1）微波烹调时切勿使用金属器皿。带有金、银边的器皿也不应使用。通常可用器皿应是陶瓷材料的碗或碟或是耐热的玻璃器皿等。

2）窄颈瓶不可直接放入微波炉烹调。

3）密封的瓶装或袋装食物必须开口后才能放在炉内加热，否则气体膨胀会发生爆裂。

4）使用保鲜纸遮盖食物烹调时，应将保鲜纸的一角折起，以使蒸汽散出，煮好后要小心拆下保鲜纸，避免蒸汽将手灼伤。

5）烹调食物时，应将玻璃转盘洗净擦干先放在转盘支承架上，然后再将食物放在转盘上进行烹调。

6）炉内无食物时，不要启动微波炉，避免因空载运行损坏机器。

7）烹调少量食物时，要多注意观察，防止过热起火。

8）烹调中若发生冒烟或起火现象时，不要立刻打开炉门，防止空气进入加大火势，此时应立即切断电源。

9）烹调时放入转盘食物的重量不能超过5kg。

10）每次烹调结束取出食物后，若不再连续使用时，可将盛满水的瓷碗放在炉内玻璃转盘上，以避免误启动时形成空载运行。

（2）使用过程中的清洁与保养

1）切勿使用强洗涤剂、香蕉水、汽油、研磨粉和金属刷等清洁微波炉中的任何部位。

2）清洗炉腔之前，必须从电源插座上拔下电源插头，并将定时器回零。

3）要保持炉腔清洁。当食物或汤水溅到炉内壁时，可用湿布擦拭，勿用粗糙有磨损性的麻布或有腐蚀性的洗涤剂擦洗。

4）要经常清洁玻璃转盘。清洁时可先用温热的肥皂水清洗，然后用清水洗净并擦干。

5）要经常擦洗转盘支承架和炉腔底面。清洗时可用温热的肥皂水反复擦洗，并用软布擦干擦净。但要注意勿使水渗入转盘电动机轴中。

6）清洁微波炉外表面时，可用软湿布擦洗，但要注意湿布的含水量不能太多，避免有水滴渗入炉内。在擦洗前应将电源插头拔下，并将定时器旋钮拨回零位置。

7）炉腔内如有异味，可用一杯水加几匙柠檬汁煮5～7min，即可消除。

8）微波炉若长期不用，应拔掉电源插头，并放置在通风、干燥，且没有腐蚀性气体的环境中。

二、检修要领

在微波炉的故障检修工作中，能够掌握一些必要的检修要领是十分重要的，它不仅是安全检修中的一些操作技能，也是维修成功的基本保证。

1. 注意事项及检修要点

（1）注意事项

根据微波炉的基本结构及工作原理，已经知道微波炉对食物进行加热的过程。因此，在检修微波炉时，首先是绝对避免微波辐射，防止人体受到伤害。同时，由于微波炉是由220V市网电压直接供电，且机内高压电路又有几千伏高压输出，因此，还必须严防触电事故发生。为做到安全检修，就必须有一些有效的安全措施。

1）为防止220V交流电压的触电事故发生，在工作台上应铺设不小于3mm厚的橡胶绝缘垫，同时在工作台周围地面上铺设干木板或不小于3mm厚的橡胶绝缘垫。

2）为防止人体遭到微波辐射，在维修拆壳后的第一步应将高压变压器一次绕组的供电插头拔下，如图2-68所示。

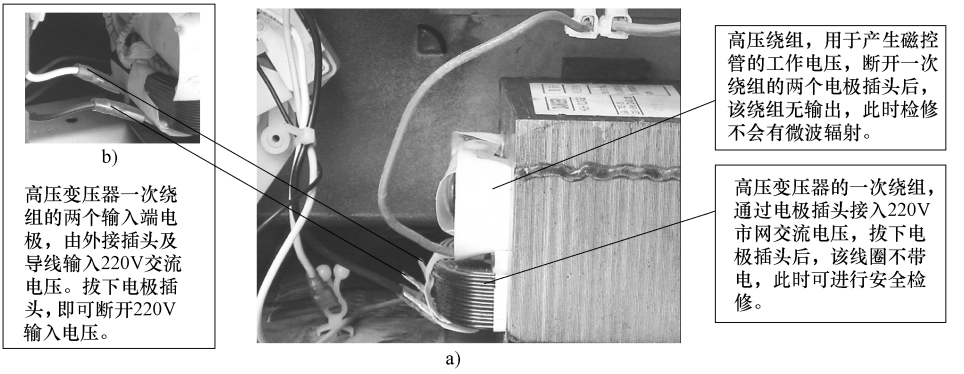


图2-68　维修拆壳后断开高压变压器一次绕组输入线路实物图

3）如果需要检查高压电路的工作电压时，在接通电源插头前必须首先拔下磁控管的阴极供电插头，如图2-69所示。

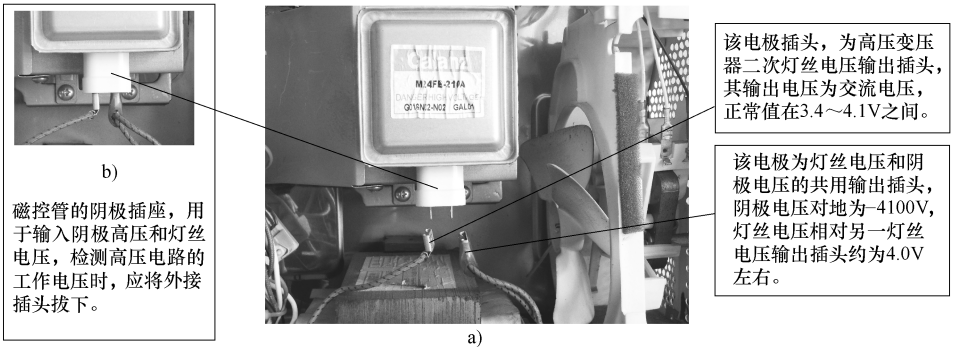


图2-69　接通电源前拔下磁控管阴极供电插头实物图

4）在检测机内电路的工作电压时，应将万用表的交流电压档拨在500档位，但要注意不要使用直流电压档进行测量，否则会将万用表烧坏，不慎时还会引发触电事故，这一点一定要特别注意。

5）在机械式微波炉中，整机中的所有线路除高压输出电路外，线间电压均为220V交流电压，因此，在通电检查时不允许将两只手同时触摸机内的任何线路，避免发生触电事故。

6）在维修更换元器件时，一定注意保持与原型号一致，若需代换时，一定注意不能错用元器件，如30V供电的转盘电动机不能代换220V供电的转盘电动机，否则会引起人为故障；又如门控第一或第二联锁开关与门监控开关不能错用，否则会出现烧毁熔断器或不能开机等故障。

7）电源熔断器和高压熔断器烧断时，不能直接换新后通电试验，应首先检查机内线路，及门监控开关等，在确认无误后再通电试验。在更换熔断器时应保持与原规格一致，不能随意加大熔断器，更不能用导线连接，否则将会失去保护作用，一旦机内仍有潜伏故障，会引发更加严重的烧件事故或有微波泄漏。

8）在维修过程中，若需要进一步拆卸某一工作系统时，一定记清楚原来的安装位置及线路走向，有条件时，可在拆卸前进行拍照，以便安装时进行合对，勿使有错位或错接线路现象存在。

（2）检修要点

在维修实践中，常会有微波泄漏事故，这是最危险的一个故障，检修时应绝对禁止通电试验，应在断电情况下进行检查，此时的检修要点主要是

1）检查磁控管安装是否正确。

2）检查门体及门钩安装是否妥当。

3）检查门控联锁开关托架是否安装准确。

4）检查门、门封、外壳是否有变形现象。

在微波炉的故障中，高压电路的故障率较高，其故障原因也不完全一致，此时的检修要点主要有

1）磁控管是否有过电流现象，因而引发了高压供电电路损坏。检验磁控管好坏的办法是：在确认高压供电电路正常后，将磁控管换新，并接通线路，然后扣上机壳，确认安全后再通电试机，若此时微波炉加热正常，则说明原磁控管损坏；若仍不能加热，则说明另有故障原因或新换上去的磁控管是坏的。必要时可再换新管试机。

2）高压变压器是否不良或内部绕组有局部短路现象，此时除注意检查各绕组的电阻值与正常值进行比对外，还可以将高压变压器进行代换试验。

3）高压二极管是否正常，检查时应将其拆下进行独立检查，必要时将其直接换新。

4）高压电容器是否完好，检查时应将其电极插头拔下，对其进行独立检查，必要时再将其换新。

5）高压熔断器是否损坏，检查时可直接测量熔断器保护外壳的引出电极，若两端电极间的电阻值较大或无穷大，则是高压熔断器烧断，但此时应进一步检查故障原因。

当微波炉出现无电故障时，应首先注意检查供电源输入线路，此时的检修要点主要有

1）首先用R×1k档检测电源插头两极间电阻值（测量时应将定时器开关设在某一

档位），若阻值为∞，则是内部电源熔断器熔断，此时需开壳做进一步检查。

2）若电源熔断器正常，则应进一步检查门控联锁开关在关门时是否处于接通状态，必要时可将门控开关直接换新。

3）注意检查定时器开关是否能够正常接通，必要时将定时器换新，或将定时器拆开检修。

2. 检修技巧及处理方法

在微波炉的故障检修中，能够掌握一些检修技巧及处理方法，对正确判断故障原因及修复故障电路至关重要。但检修技巧往往是灵活多样的，应根据不同的故障电路采用不同的检修技巧，而处理方法也是随机的，对不同的问题采取不同的处理方法。这就是具体问题应具体分析。

（1）检修技巧

1）不能微波加热时的检修技巧。

不能微波加热，常有两种原因：一个是高压供电系统有故障不能正常工作；另一个是供电输入线路有故障，220V 电压未能加到高压变压器的一次绕组。因此，能否正确区别这种故障原因，则是顺利进行检修的关键环节。

在维修实践中，为正确区别上述两种故障原因，常将高压变压器一次绕组的供电插头拔下，然后将万用表的两个表笔插入两个供电插头中，并将万用表的档位置于交流500V 档位，如图 2-70 所示。在确认上述操做无误后方可通电观察。若通电后表针指示在 220V 左右，其故障原因则是在高压供电输出电路或磁控管损坏；若通电后表针无反应，其故障原因则是在供电输入线路，这时应进一步检查门控联锁开关、定时器开关、过热保护器等重要器件及其所属线路。

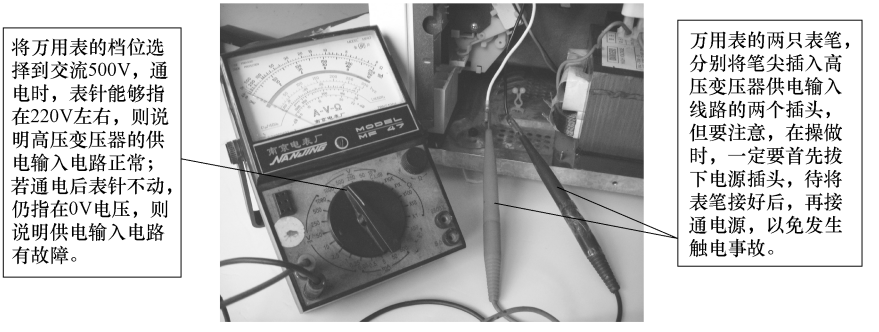


图 2-70　高压变压器供电输入电路安全检查法实物图

在实际检修中，为安全起见，还可以采用灯泡观察法，直接判断 220V 供电输入线路是否正常，如图 2-71 所示。当通电检验时，若灯泡点亮，则说明高压供电电路或磁控管有故障；若灯泡不亮，则说明供电输入线路有故障。但此时应注意是否有风扇和转盘转动，以及照明灯是否点亮，以便进一步判断故障原因。

2）高压电路的检修技巧。

在微波炉的故障检修中，高压电路的故障率较高，有时需要通电检查其输出电压是

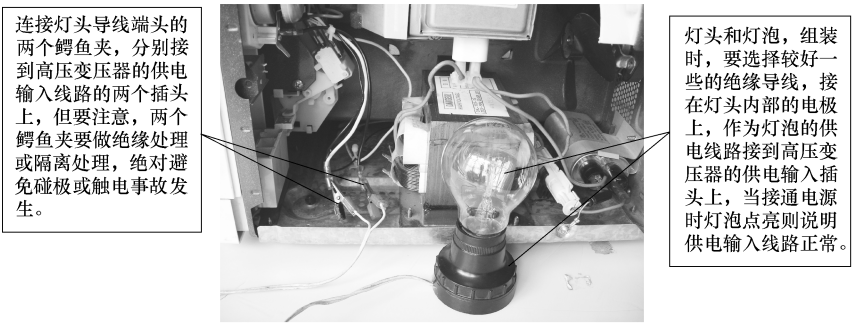


图 2-71　采用灯泡观察法检验高压变压器供电输入电压实物图

否正常，但由于高压电路输出的高压很高，不便于进行直接测量，因此，检测时可通过测量灯丝电压进行判断，如图 2-72 所示。为安全起见，在检测灯丝电压之前应断开高压变器二次高压绕组的输出线路。如断开高压熔断器外壳输入、输出线路，或直接拔下高压电容器两个电极的输入插头，如图 2-73 所示。但要注意，被拔下的高压线路输出插头应做绝缘处理，以避免出现对地短路打火，形成人为故障。

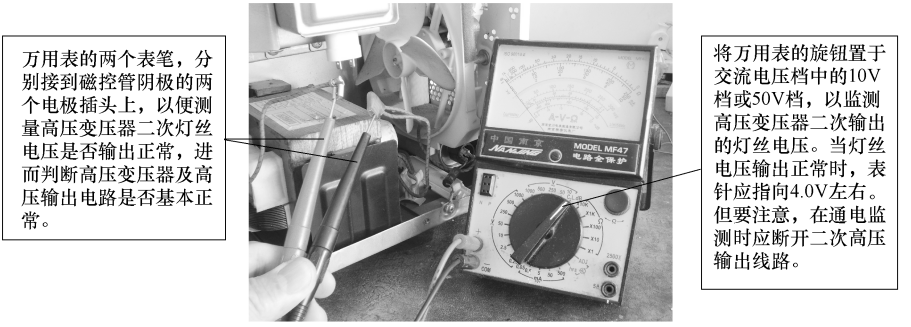


图 2-72　高压电路输出电压检测方法实物图

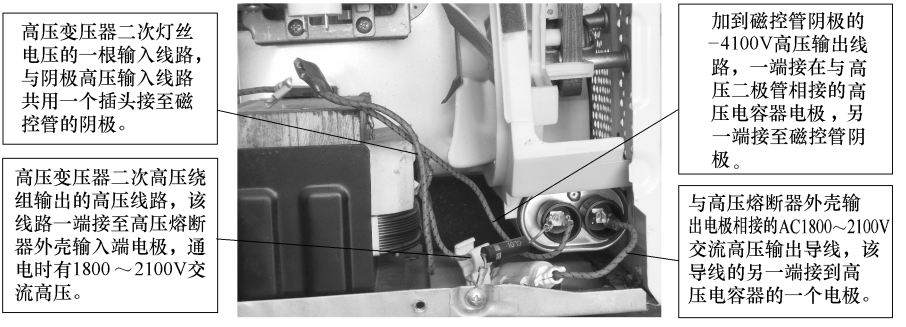


图 2-73　高压变压器二次输出线路实物图

3）高压二极管的检修技巧。

在微波炉高压电路中，高压二极管的损坏率较高，但其呈击穿性损坏或呈开路性损

坏时都很容易鉴别。而在性能变差或轻微不良时就很不容易确认。为此，检查时可将高压二极管拆下进行独立加热检测，如图 2-74 所示。

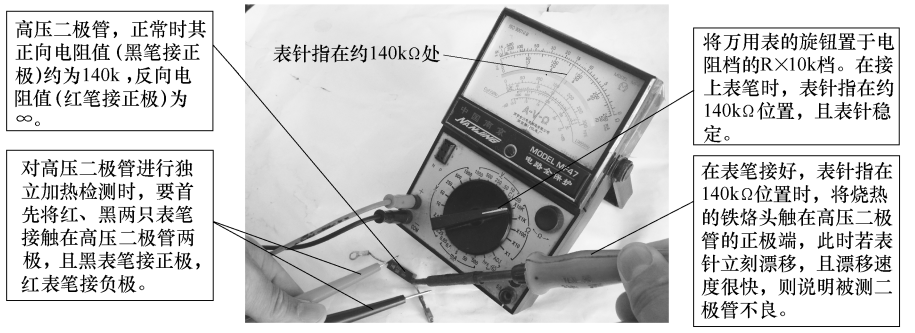


图 2-74　高压二极管加热检查实物图

在加热检测时，若表针缓慢漂移则说明被检测的高压二极管正常；若加热时，表针的漂移很快，则说明被检测高压二极管不良。此时，应将高压二极管换新。

4）高压电容器的检修技巧。

在微波炉高压电路中，高压电容器的损坏率较高。对其击穿和开路性故障较易鉴别，但对于容量减小等现象就不易确定。这时应用专用电容表进行检测，如图 2-75 所示。

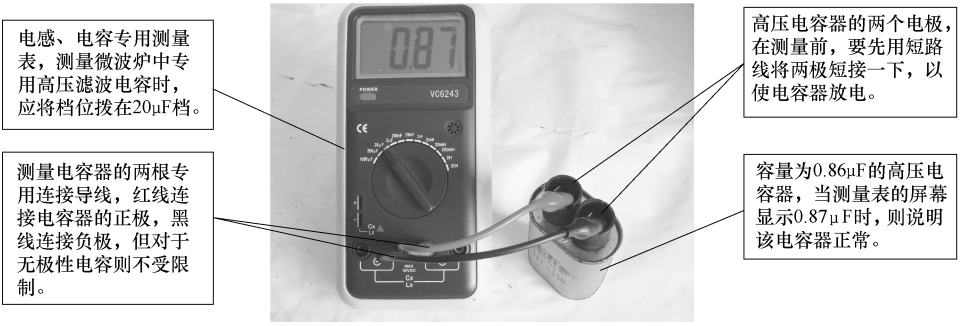


图 2-75　用专用电容表检测高压电容器实物图

在图 2-75 中，被检测的高压电容器的容量标称值为 0.86μF（1 ± 3%）。经检测时，其容量值为 0.87μF，因而说明被检测电容正常。若实际测量值小于 0.8μF，则应将其换新。这里需要一提的是：在检查高压电容器时，仅以万用表的电阻档观察充放电现象是不能确认其容量是否是正常的，因而也就能确认被检查的高压电容器是否不良。

（2）处理方法

在微波炉的故障检修中，能够通过一些检修技巧确认故障点或故障元器件固然是一个十分必要的检修环节，而能否对故障点或故障元器件进行正确处理，则是维修成功的重要保证。因此，能够掌握一些维修中的处理方法，就显得十分重要。但在机械式微波炉中对于故障元器件的处理只能是换新，不可勉强维持使用。所谓应急情况下的处理方法在正常时是不可取的。

第三章　微电脑控制式微波炉的电路原理及检修技术

微电脑控制式微波炉较机械式微波炉的最大区别之处主要是在机内增加了电子线路，而微波发射、高压供电、风扇电动机、转盘电动机、照明灯等功能电路基本上一致，只是它们的功能动作不再由机械式门控联锁开关及定时火力一体化电动机等控制，而是由组装在一块独立的电路板中的中央微控制系统实施控制。因此，在了解微电脑控制式微波炉的电路原理及掌握其维修技术时，就必须弄清楚电脑板的电路结构及其控制线路的来龙去脉。本章主要以格兰仕、美的、LG、海尔等品牌中具有代表性的微电脑控制式微波炉为例进行分析介绍。

第一节　微电脑控制系统

在微电脑控制式微波炉中，微电脑控制系统主要由中央微控制器、显示窗及功能控制线路等组成。在不同品牌、型号的微波炉中，所采用中央微控制器的型号也不同，其功能作用及电路组成也不完全相同。因此在了解微电脑控制系统的工作原理时，应对具体问题进行具体分析。

一、中央微控制器电路

中央微控制器电路又称微电脑控制电路，主要以 CPU 为核心。CPU 是 Central Processing Unit 的缩写词，其中文释义为中央处理单元，俗称中央微处理器或简称微处理器。它是电子计算机的运算核心和控制核心，其功能主要是解释计算机指令以及处理计算机软件中的数据。CPU 与存储器和输入输出设备是电子计算机的三大核心部件。电子计算机是应不同数值的计算要求而诞生的技术，它在长期的发展过程中，总是以满足越来越多的计算量为目标，如应用于智能仪表、机电设备、家用电器等多方面的控制系统。无论其规模大小、性能高低，计算机的硬件系统都是由运算器、存储器、输入输出设备以及控制器等组成，而将这些单元全部集成到一块集成电路中，就称为 SCM。SCM 是 Single Cnip Microcomputer 的缩写词，其中文释义为单片微型计算机。用一块 SCM 芯片就可构成一个完整的计算机系统。但随着单片机技术的不断发展。单片机已无法确切地表达其内涵，国际上便逐渐采用了 MCU 来称呼这类计算机，并成为业界公认的、最终统一的名词。MCU 是 Micro Controller Unit 的缩写词，其中文释义为中央微控制器或简称微控制器。我国相关行业内由于多年来一直使用单片机的称号，已约定俗称，所以目前在小家电等领域中仍采用单片机这一名称。而在生产及维修中，常将单片机或中央微控制器简称为微电脑块，由其组成的控制电路，就又称为微电脑控制电路，故就有了微电脑控制式微波炉的说法，并被普遍认可。

在微电脑控制式微波炉中，所用微控制器的型号比较繁多，且在不同品牌型号中又

有不同的应用形式。本节就主要以一些具有代表性的微控制器为例，并结合具体应用机型分析介绍其控制电路的工作原理。

1. SH69P25K 微电脑控制电路

SH69P25K 是一种内核为 80C51 CPU 的单片机，它主要应用在格兰仕等一些微电脑控制式微波炉中。它在不同机型中，因其内部编程软件不同，引脚使用功能也不同。因此，在不同机型中，版本不同的单片机，尽管基本型号一致也不能互换。限于维修目的，本书只对其引脚使用功能及其外部应用电路进行分析介绍，而对其内部结构及软件编程等就不予介绍。

本节主要以格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉为例，对其控制系统的功能电路进行分析介绍。格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉控制系统主要由 SH69P25K（0636-J 028KU N21A3）中央微控制器及一些接口电路等组成，并安放在一个独立的电脑板上，其实物如图 3-1 所示，电脑板印制电路板如图 3-2 所示，电路原理图如图 3-3 所示。

在图 3-1 或图 3-3 中，U1（SH69P25K 0636-J 028KU N21A3）为中央微控制器，是微电脑控制电路中的核心器件，其引脚使用功能及正常状态下的电压值、电阻值见表3-1。

在图 3-3 中，电脑板电路主要用于完成微波加热和烧烤加热两种控制功能。同时，也包含有低压电源电路。

（1）微波加热控制电路

在图 3-3 中，微波加热控制电路主要由 U1（SH69P25K 0636-J 028KU N21A3）的⑳脚、㉕脚及外接 Q7、Q5、Q3 等元器件组成，其中 Q5 是在门控开关控制下首先进入预备状态的。门控开关电路如图 3-4 所示，其中门控第二联锁开关 S2 的两端电极，分别通过黄色导线和黑色导线与图 3-3 中的“◎Y”点和“◎B”点相接。当关闭炉门使 S2 接通时，图 3-3 中 Q5 的发射极通过隔离二极管 D13→“◎Y”→S2→“◎B”接地；同时 U1 的㉔脚通过 R44、D14 被钳位在 0.4V 低电平，微电脑控制电路进入了预备状态。

在预备状态下，按动一下面板上的微波功能选择键，U1 的⑳脚有 PWM 脉冲输出（此时⑳脚为 1.8V 低电平），通过 C8 使 Q7 导通，+5V 电压通过 Q7 的 e、c 极和 R41、R39、R24、R38 分别加到 Q4、Q5 的基极上，使 Q4、Q5 导通。其中，Q4 导通使继电器 RY1 导通，将市网电压 N 输入线路接通，如图 3-4 所示；Q5 导通将 Q3、Q2 的发射极接地，使 Q3 和 Q2 进入准预备状态，此时，按一下面板上的启动键，U1 的㉕脚输出 4.3V 高电平，使 Q3 导通，继电器 RY2 导通，市网电压 N 输入线路被接到高压变压器 T 一次绕组的一个接线端子，而另一个接线端子已在关闭炉门时与 L 输入线路接通，因而使高压电路启动工作，微波炉进入微波加热状态，其加热时间由 U1⑳脚输出 PWM 脉冲的占空比决定。

（2）烧烤加热控制电路

在图 3-3 中，烧烤加热控制电路主要由 U1 的㉖脚、Q2、RY3 等组成。当微电脑控制系统进入准预备状态时，按动烧烤启动键，U1 的㉖脚输出 4.3V 高电平，使 Q2 导通，继电器 RY3 导通，图 3-4 中烧烤加热管的蓝线被接通，微波炉工作在烧烤加热状态。

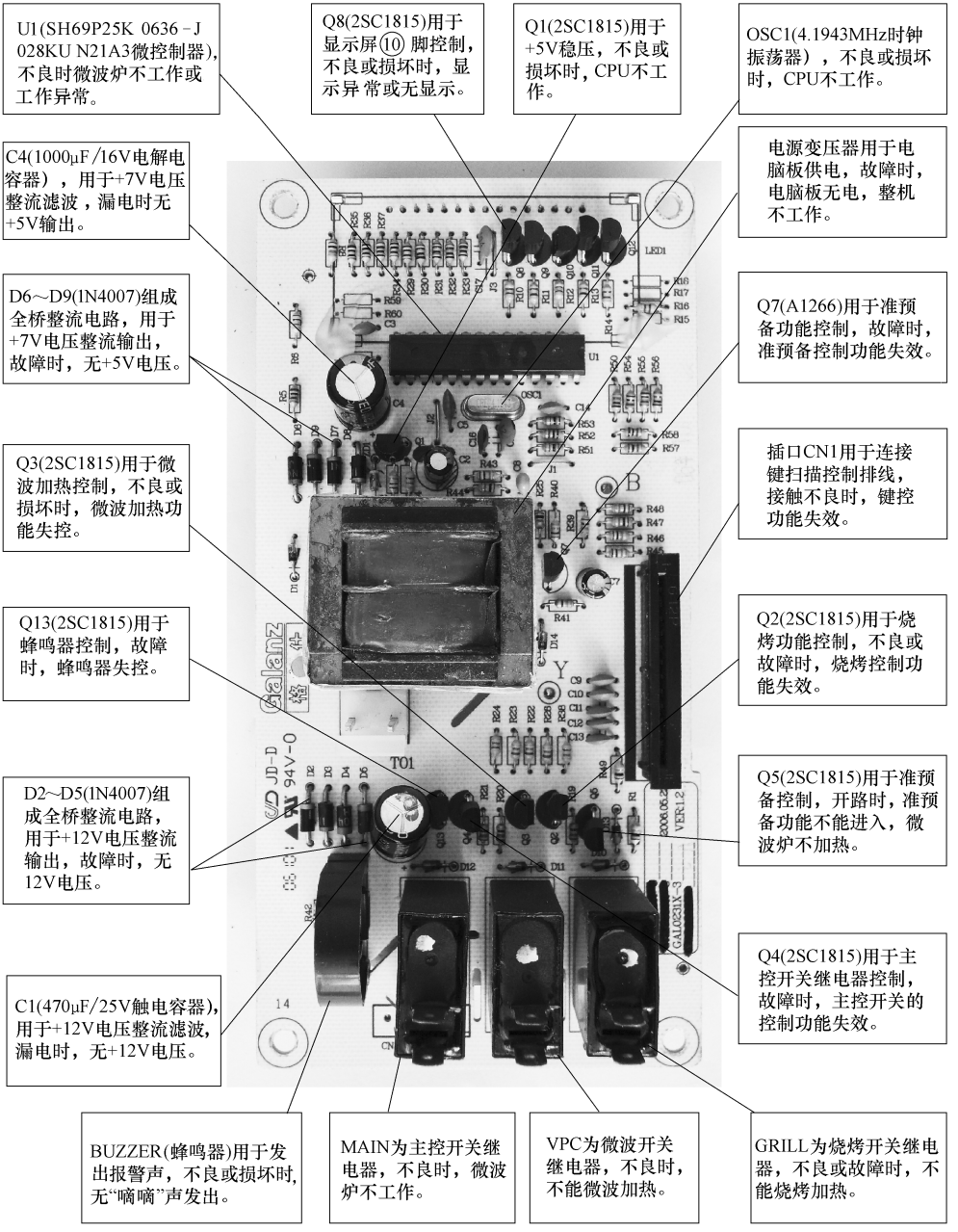


图 3-1　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中电脑板元器件实物及其功能

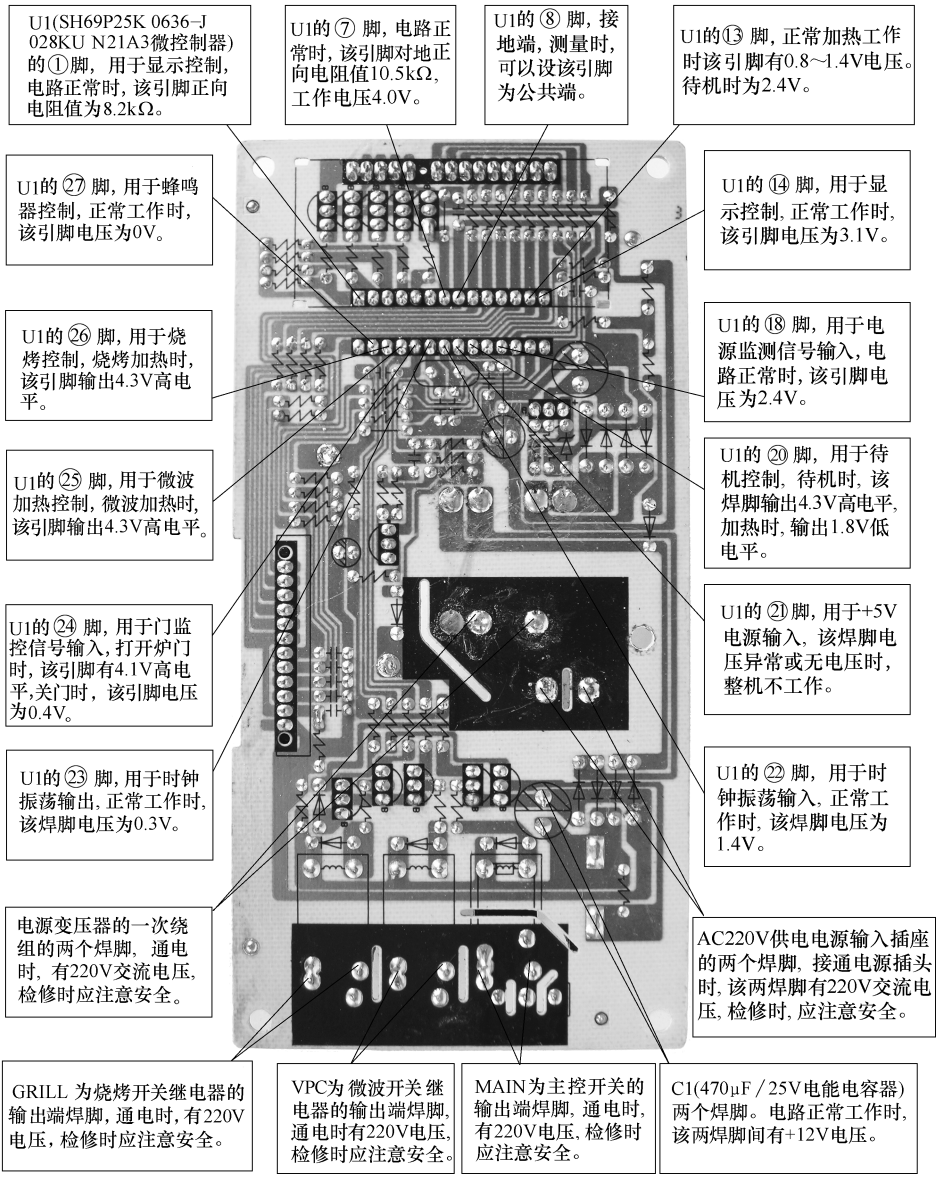


图 3-2　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中电脑板印制电路板实物

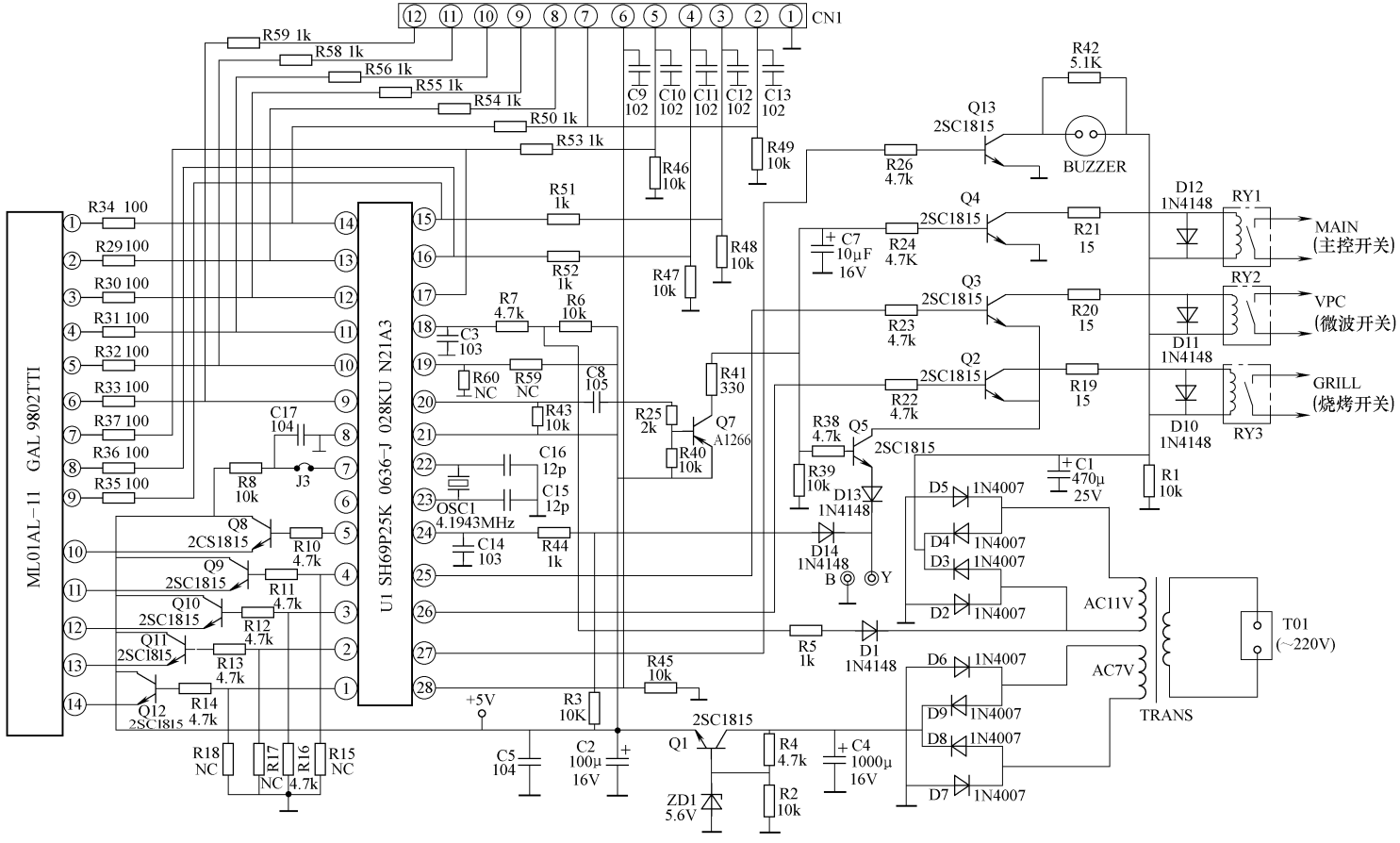


图 3-3　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉电脑板电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

表 3-1　U1（SH69P25K 0636-J 028KU N21A3 中央微控制器）
引脚功能及正常状态下的电压值、电阻值

引脚号	引 脚 功 能	*U*/V		*R*/kΩ	
		微波加热状态	待机状态	在线	
				正向	反向
1	显示屏控制	0.6	0.6	8.2	300.0
2	显示屏控制	0.6	0.6	5.5	6.0
3	显示屏控制	0.6	0.6	7.5	300.0
4	显示屏控制	0.6	0.6	8.2	300.0
5	显示屏控制	0.6	0.6	8.1	300.0
6	接地	0	0	0	0
7	偏置电压	4.0	4.2	10.5	160.0
8	接地	0	0	0	0
9	键扫描控制	4.2	2.6	8.0	300.0
10	键扫描控制	4.2	4.3	8.0	300.0
11	键扫描控制	2.4	2.6	8.0	300.0
12	键扫描控制	0.8	1.8～2.6	8.0	300.0
13	键扫描控制	2.4	0.8～1.4	8.0	300.0
14	键扫描控制	3.1	3.2	7.0	13.0
15	键描描控制	3.0	4.0	∞	∞
16	键扫描控制	3.0	3.1	7.0	13.0
17	键扫描控制	4.0	4.0	7.0	13.0
18	电源监测信号输入	2.4	2.4	7.5	80.0↑
19	偏置电压输入,未用	0	0	7.8	300.0
20	待机控制	1.8	4.3	7.5	180.0
21	+5V 电源	4.3	4.3	7.9	110.0
22	时钟振荡输入	1.4	1.4	7.3	230.0
23	时钟振荡输出	0.3	0.3	7.3	300.0
24	门监控信号输入(打开炉门时,该引脚电压 4.1V)	0.4	0.4	7.5	180.0
25	微波加热控制	4.3	0	7.8	44.0
26	烧烤加热控制	0	0	7.8	44.0
27	蜂鸣器控制	0	0	8.0	22.0
28	键盘电路控制	0	0	7.0	12.0

注：表中电阻值是在拔掉控制板中的所有插头情况下，用 MF47 型万用表的 R×1k 档测得，仅供参考。测量电压值时要注意，必须拔下高压变压器的电源输入插头。

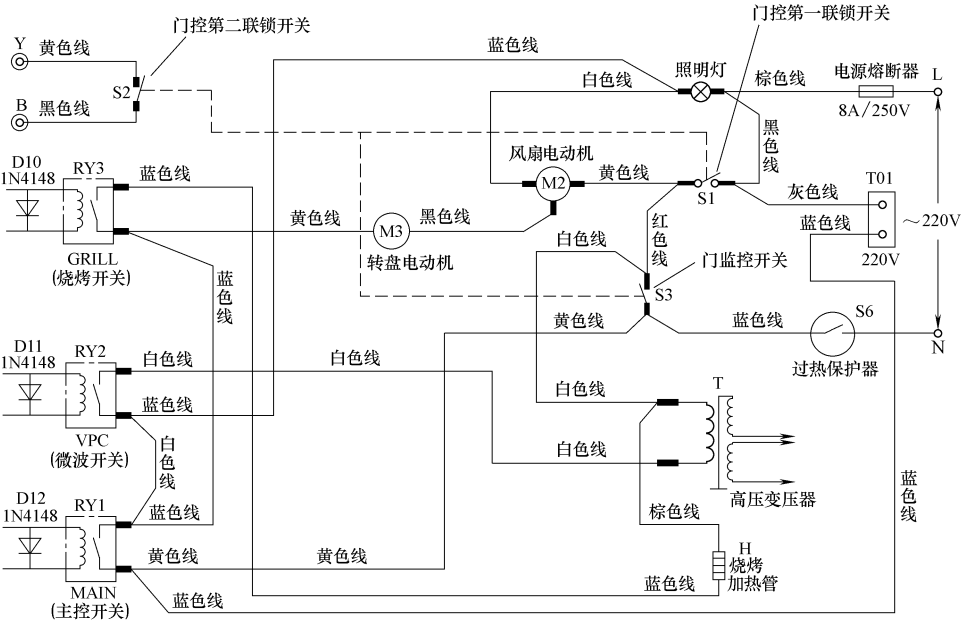


图 3-4　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉门控开关与继电器控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

（3）低压电源电路

在图 3-3 中，低压电源电路主要由低压电源变压器、两组全桥整流电路及 +5V 稳压电路等组成。其中，电源变压器有两组二次绕组和一个一次绕组，一次绕组通过 T01 插座接入 220V 市网交流电压，见图 3-4；两个二次绕组分别输出 11V 和 7V 交流电压，11V 交流电压经二极管 D2 ~ D5 组成的全桥整流电路整流后形成 +12V 电压，为继电器 RY1、RY2、RY3 绕组及蜂鸣器供电，7V 交流电压经二极管 D6 ~ D9 组成的全桥整流电路整流及 Q1、ZD1 等稳压后形成 +5V 电压，为 U1（SH69P25K 0636-J 028KU N21A3）及其接口电路供电。

低压电源电路在接通电源插头时就进入工作状态，有 +12V 和 +5V 电压输出。因此，在该种电脑控制式微波炉使用完毕后，应将电源插头拔下，以避免低压电源电路长期工作。

2. TMP47C400BN 微电脑控制电路

TMP47C400BN 是由东芝公司开发的中央微控制器，其应用范围比较广泛。当它应用在微波炉中时，则主要用于控制微波加热和烧烤加热。本节就以格兰仕 WD750 B 型微电脑控制式微波炉为例，对其控制系统的功能电路进行分析介绍。

格兰仕 WD750B 型微电脑控制式微波炉中的控制系统，主要由 IC01（TMP47C400BN-RH31）及一些接口电路等组成，并安放在一个独立的电脑板上，其实物如图 3-5 所示，电脑板印制电路如图 3-6 所示，电路原理图如图 3-7 所示，其中 IC01（TMP47C400BN-RH31）的引脚使用功能及正常状态下的正、反向电阻值见表 3-2。

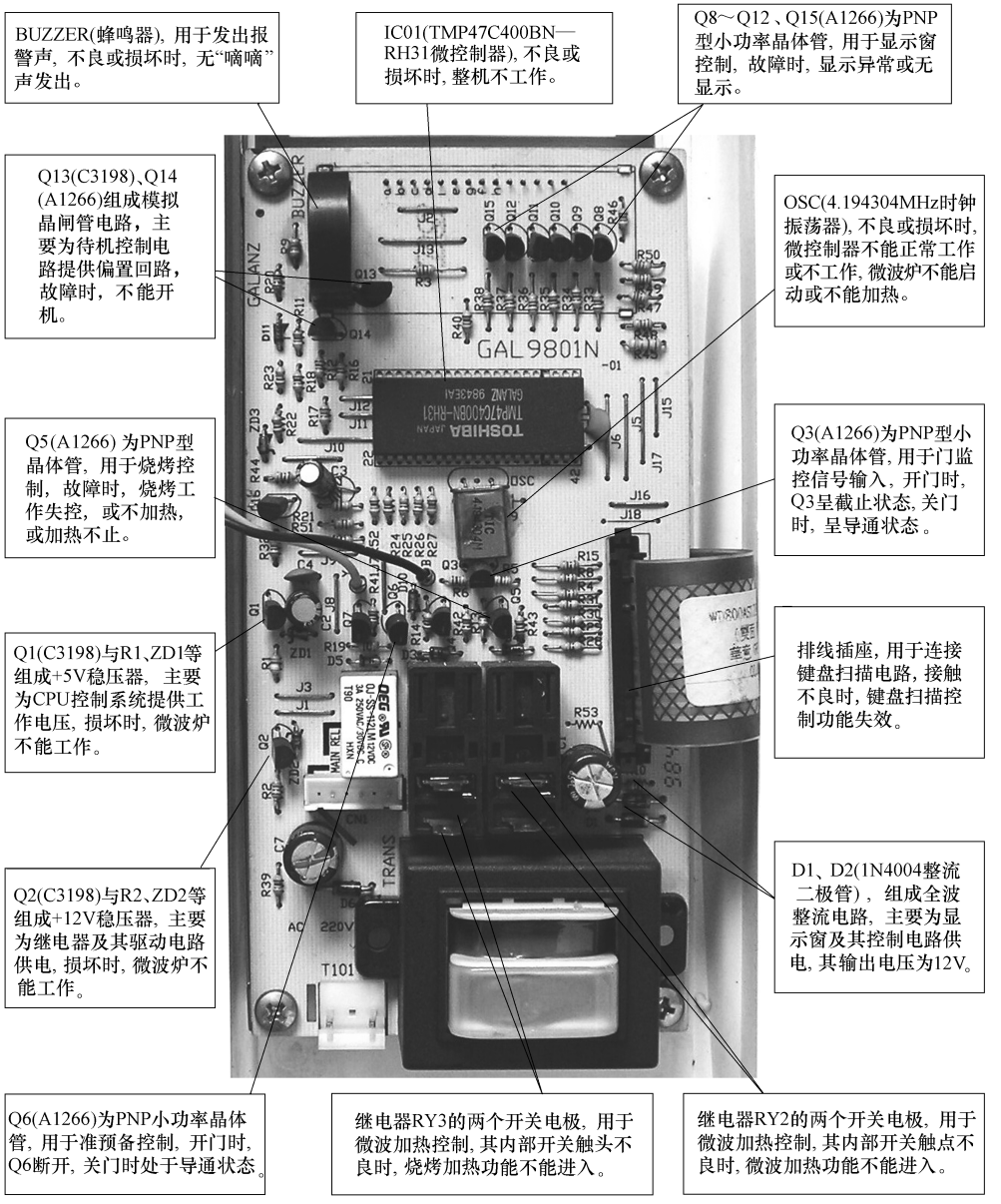


图 3-5　格兰仕 WD750B 型微波炉中微电脑控制板元器件实物及其功能

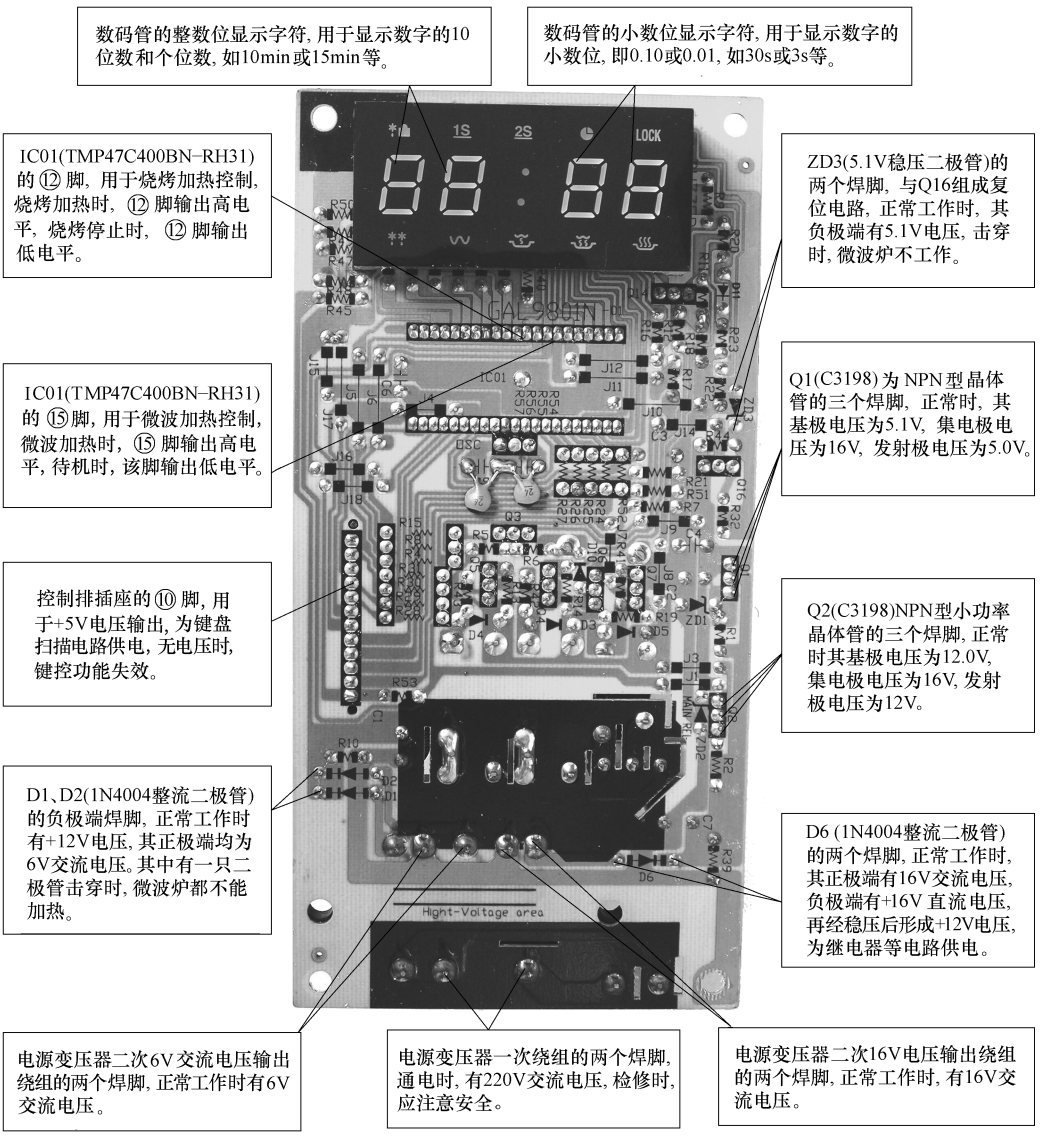


图 3-6　格兰仕 WD750B 型微电脑控制板印制电路板实物

表 3-2　IC01（TMP47C400BN-RH31 中央微控制器）
引脚功能及正常状态下的正、反向电阻值

引脚号	引 脚 功 能	R/kΩ	
		在线	
		正向	反向
1	空脚	9.5	∞
2	照明控制输出	9.2	27.0
3	偏置值输入	8.2	13.5
4	偏置值输入	8.2	13.5
5	译码输出 1,用于显示功能控制	4.0	4.1
6	译码输出 2,用于显示功能控制	4.1	4.1
7	译码输出 3,用于显示功能控制	4.1	4.1
8	译码输出 4,用于显示功能控制	4.0	4.1
9	译码输出 5,用于显示功能控制	4.0	4.0
10	字符背底控制	9.5	∞
11	蜂鸣器控制	9.0	22.0
12	烧烤功能控制	9.1	26.5
13	门监控开关控制	8.4	10.6
14	启动信号输入	8.5	60.1
15	微波加热控制	9.2	26.5
16	启动预备控制	9.5	110.0
17	字符“a”控制,用于“日”字形中的发光条 a 显示	10.0	∞
18	字符“f”控制,用于“日”字形中的发光条 f 显示	10.0	∞
19	字符“e”控制,用于“日”字形中的发光条 e 显示	10.0	∞
20	字符“d”控制,用于“日”字形中的发光条 d 显示	10.0	∞
21	接地	0	0
22	字符“b”控制,用于“日”字形中的发光条 b 显示	9.9	∞
23	字符“i”控制,用于“日”字形中的发光条 i 显示	9.9	∞
24	字符“g”控制,用于“日”字形中的发光条 g 显示	10.0	∞
25	字符“c”控制,用于“日”字形中的发光条 c 显示	10.0	∞
26	键扫描控制输入	10.0	45.0
27	键扫描控制输入	10.0	45.0
28	键扫描控制输入	10.0	45.0
29	键扫描控制输入	10.0	45.0
30	接地	0	0
31	时钟振荡输入,外接 4.194304MHz 晶体振荡器	9.5	55.5

续表

引脚号	引 脚 功 能	R/kΩ	
		在线	
		正向	反向
32	时钟振荡输出,外接4.194304MHz晶体振荡器	9.4	55.5
33	复位	9.1	14.5
34	+5V电源	7.4	12.0
35	+5V电源	7.4	12.0
36	键扫描控制输出	9.5	108.0
37	键扫描控制输出	9.1	19.0
38	键扫描控制输出	9.1	19.0
39	键扫描控制输出	9.1	19.0
40	键扫描控制输出	9.5	∞
41	键扫描控制输出	9.1	19.5
42	+5V电源	7.4	12.0

注：表中数据用MF47型万用表R×1k档测得，仅供参考。

（1）微波控制电路

在图3-7中，IC01（TMP47C400BN-RH31）的⑮脚与外接的R17、Q4、RY3等组成微波加热控制电路。该电路的动作条件必须是Q6首先进入预备状态。

在图3-7中，S2为门控第二联锁开关，在炉门打开时，S2断开，+12V电压通过R5使Q3的基极呈现高电平，但由于Q3是PNP型晶体管，故在开门时，Q3呈截止状态，IC01（TMP47C400BN-RH31）的⑬脚为低电平，⑯脚输出高电平，使Q13、Q14截止；同时，+12V电压还通过R6加到D10的负极端，使D10反偏截止，Q6不具备导通条件。当关闭炉门时，S2接通，Q3的基极电位被下拉，因而Q3正偏导通，IC01的⑬脚为高电平，CPU自动控制⑯脚输出低电平，Q13和Q14进入预备状态；同时，S2接通后又通过D10将Q6的C极接通于地，使Q6也进入预备状态。

在Q6处于预备状态时，按一下启动键，+5V电压通过D11、R20触发Q13导通，随后使Q14导通。Q13和Q14组成模拟晶闸管电路，一旦触发导通，就被锁定在导通状态，进而使Q6正偏导通，Q5的C极通过Q6的e、c极和D10、S2接地，因而使Q4、Q5进入预备状态。此时若操作微波加热控制键，IC01的⑮脚就会输出具有一定占空比的方波脉冲，使Q4导通，RY3触头接通，高压变压器及其输出电路进入工作状态，微波炉开始微波加热。微波加热的强度由IC01⑮脚输出方波脉冲控制开关管Q4的导通与截止时间来控制，其导通与截止的周期为30s。在30s周期内，Q4的导通时间越长，微波加热的强度就越高，反之，Q4的导通时间越短，微波加热的强度就越低。

（2）烧烤控制电路

在图3-7中，烧烤控制电路主要由IC01（TMP47C400BN-RH31）的⑫脚与外接的Q5、RY2等组成。它的工作条件必须是Q6首先进入预备状态。

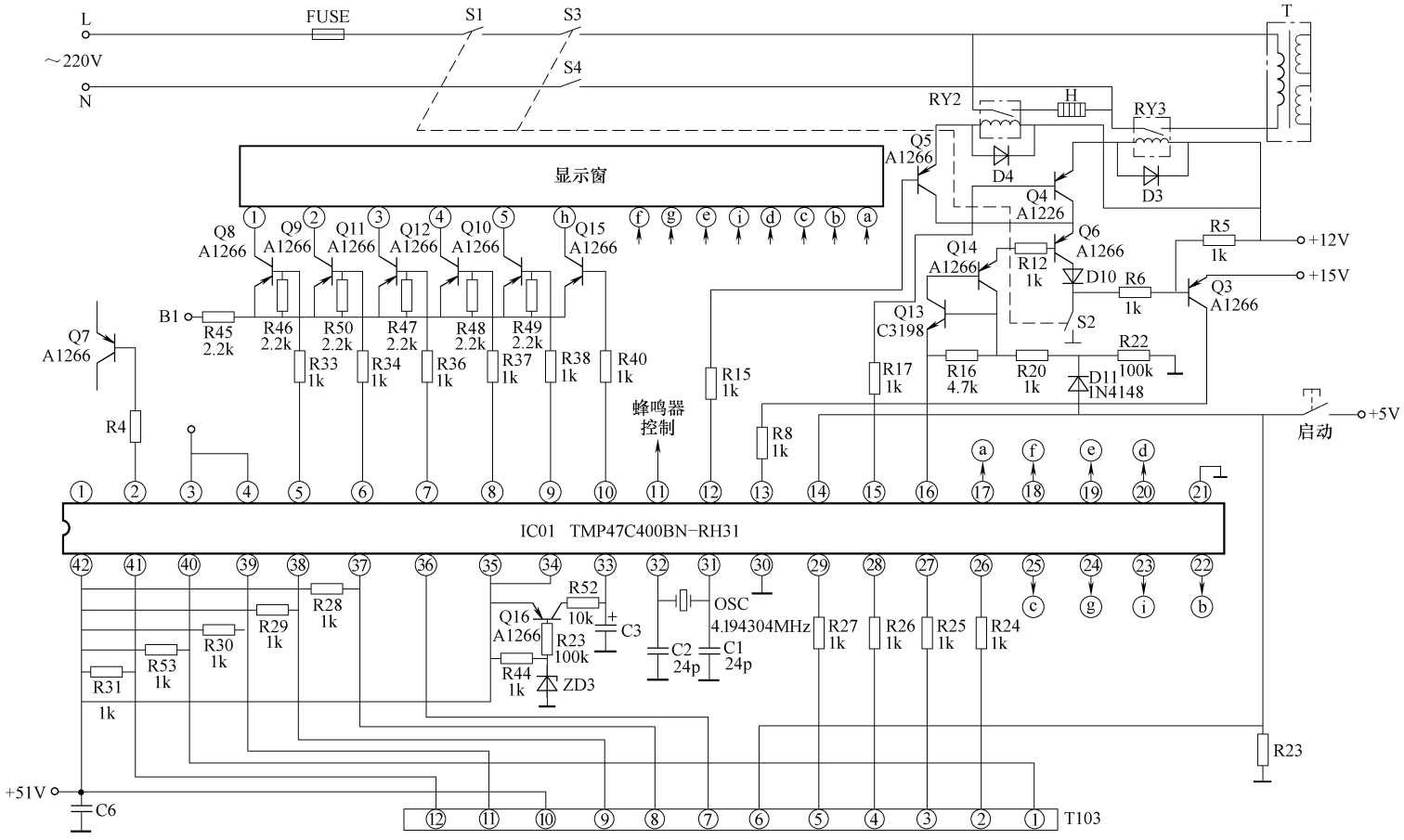


图 3-7　格兰仕 WD750B 型微波炉中微电脑控制系统电路原理图

注：该图依实物绘制仅供参考。

在 Q6 处于预备状态时，按一下烧烤控制键，IC01 的⑫脚输出低电平，Q5 导通，RY2 触头接通，烧烤加热管 H 进入工作状态，微波炉开始烧烤加热。

3. PIC16F73 微电脑控制电路

PIC16F73 是一种具有两组 8 位输出的微控制器集成电路，其主要特点是在特定编程软件 CCP（捕捉/比较/脉宽调制）模块的支持下进行工作的。CCP 模块主要用于产生 PWM 脉宽调制信号，并给出测量脉冲宽度或一种二进制码的源程序，以使微控制器能够工作在捕捉输入、比较输出和脉冲宽度调制输出的三种状态，且三种状态又能各自独立工作。在特定编程软件中的应用程序都是依据具体功能电路的要求而编写的，故在具体应用电路中，PIC16F73 的引脚使用功能是自定义的。本节就以海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉为例，对其控制系统的功能电路进行简要介绍。

海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉的控制系统主要由 IC1（PIC16F73-1/SP4AP，版本号为 8C0F）微控制器和 IC2、IC3、IC4（DLN 2003AC）驱动器及 IC5、IC6、IC7（74HC595N）逻辑门电路等组成在一个独立的电脑板上，其实物如图 3-8 所示，电脑板印制电路如图 3-9 所示。其中 IC1 微控制器的引脚应用电路原理图，如图 3-10所示。IC1 的引脚使用功能及正常状态下的电压值、电阻值见表 3-3。

表 3-3　IC1（PIC16F73-1/SP4AP 8C0F）微控制器引脚功能及电压值、电阻值

引脚号	引脚符号	引脚功能	*U*/V		*R*/kΩ	
			启动状态	待机状态	在线	
					正向	反向
1	MCLR/VPP	电源(6V)	6.0	6.0	5.7	5.7
2	RA0/AN0	输出 A 口 0	5.8	5.8	8.1	11.0
3	RA1/AN1	输出 A 口 1	0.2	0	9.6	14.8
4	RA2/AN2	输出 A 口 2	5.8	5.8	8.1	11.0
5	RA3/AN3/REF	输出 A 口 3	6.0	0	9.5	13.5
6	RA4/T0CLK	输出 A 口 4	5.8	5.8	4.6	4.7
7	RA5/AN4/SS	输出 A 口 5	0	0	9.5	13.5
8	GND	接地	0	0	0	0
9	OSC1/CLK	时钟振荡输入,外接 4MHz 振荡器	※	0.2	8.3	14.8
10	OSC1/CLKOUT	时钟振荡输出,外接 4MHz 振荡器	0.7	0.6	8.3	14.8
11	RC0/T1OS0/T1CLK	输出 C 口 0	0.6	0.6	8.0	10.8
12	RC1/T1OS1/CCP2	输出 C 口 1,用于 PWM 输出	0	0	9.1	13.0
13	RC2/CCP1	输出 C 口 2	6.0	0	9.4	13.5
14	RC3/SCK/SCL	输出 C 口 3,用于时钟控制	0.2	0.2	8.5	14.0
15	RC4/SD1/SDA	输出 C 口 4,用于数据控制	3.9	3.9	7.9	14.0
16	RC5/SD0	输出 C 口 5	0.2	0.2	9.3	13.1
17	RC6	输出 C 口 6	0.2	0.2	9.3	13.1

（续）

引脚号	引脚符号	引脚功能	U/V		R/kΩ	
			启动状态	待机状态	在线	
					正向	反向
18	RC7	输出C口7	4.8	4.8	7.9	14.1
19	GND	接地	0	0	0	0
20	VDD	电源(6V)	6.0	6.0	1.5	1.5
21	RB0/INT	输出B口0	0.9	1.0	8.9	14.0
22	RB1	输出B口1	0	0.7	9.0	14.5
23	RB2	输出B口2	1.0	0.9	7.5	9.5
24	RB3	输出B口3	1.0	1.0	7.5	9.5
25	RB4	输出B口4	1.0	0.6	7.5	9.5
26	RB5	输出B口5	1.0	0.8	7.5	9.5
27	RB6	输出B口6	0	0.4	7.5	9.5
28	RB7	输出B口7	0.2	0.2	7.5	9.5

注：表中数据用MF47型万用表测得，但测量电压值时，必须拔下高压变压器的电源输入插头。表中※表示不可测量。

（1）电脑板供电电源电路

在图3-8中，电脑板供电电源电路主要由TB12V电源变压器、WZ（L7806CV）+6V稳压器等组成，其电路原理图如图3-11所示。其中，CN1市网电压输入插座中的A、B脚用于输入220V交流电压，其输入电压加到TB电源变压器的一次绕组，经降压后由二次侧输出约15V交流电压，再由D5～D8桥式整流后在C20（1000μF/25V）电解电容器两端形成+12V直流电压，一方面供给K3继电器，另一方面经L7806CV稳压输出+6V直流电压，为IC1（PIC16F73-1/SP4AP）微控制器电路供电。因此，当电脑板不能工作时，应首先检查供电源电路是否有正常的+12V和+6V电压输出。

在图3-11中，CN1插座中的F脚及外接蓝白线主要用于连接照明灯、转盘电动机、风扇电动机的供电输入电极，如图3-12所示。当IC1微控制器进入工作状态后，使图3-11中的V6导通时，K3继电器内置触头开关闭合，图3-12中的照明灯点亮，风扇电动机和转盘电动机转动，微波炉进入加热工作状态。

（2）微波加热控制电路

在海尔WH2485EG型微波炉中，微波加热控制电路主要由K2继电器及灰色导线等组成，见图3-12中所示。当操作启动键使微波炉进行微波加热时，继电器K2在IC1（8C0F）微控制器的控制下呈导通状态，电源插头的蓝线端通过热切断保护器1→黑线→K2→灰线接到高压变压器T一次绕组的A端，电源插头棕线端通过8A/250V电源熔断器→白线→S1→灰线接到高压变压器T一次绕组的B端，从而使高压变压器T起动工作，磁控管开始发射微波。其中，K2的导通时间决定了磁控管发射微波的时间，也就决定了微波加热的时间。

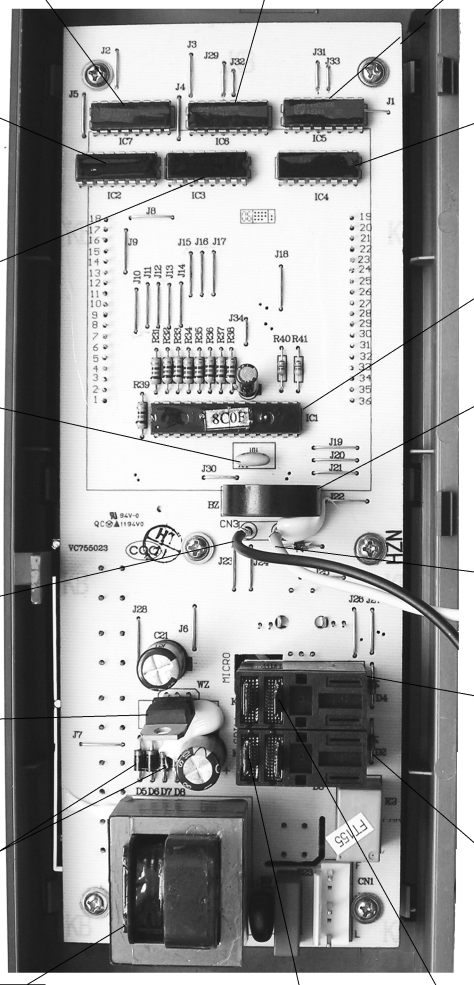


图 3-8　海尔 WH2485EG 微波炉中电脑板元器件实物图

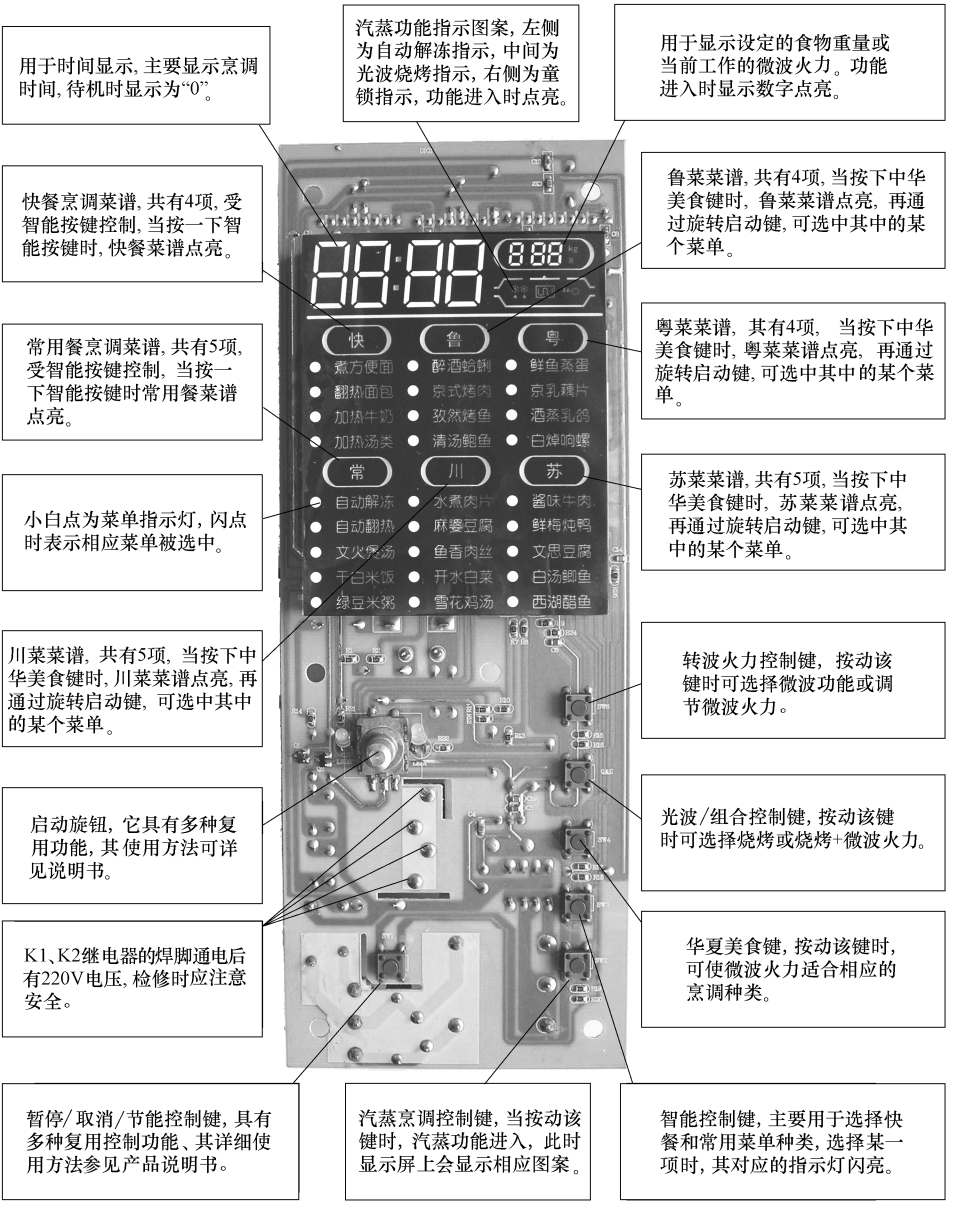


图 3-9　海尔 WH2485EG 型微波炉中电脑板印制电路板实物

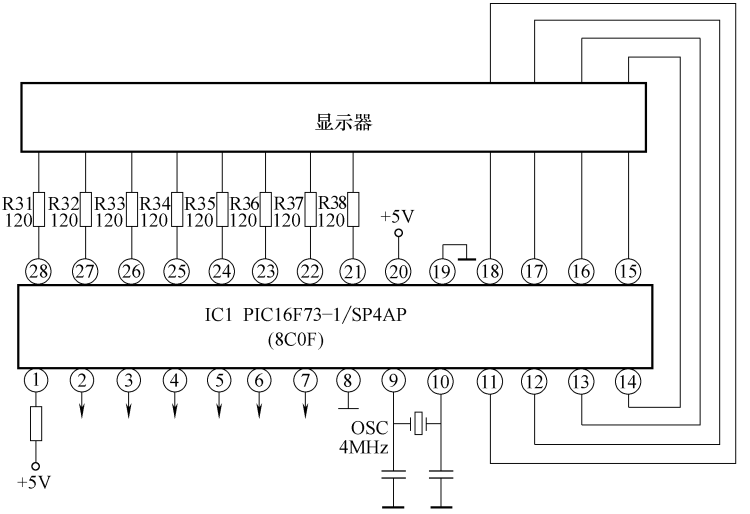


图 3-10　海尔 WH2485EG 型微波炉中微控制器引脚应用原理（简）图

注：该图依实物绘制仅供参考。

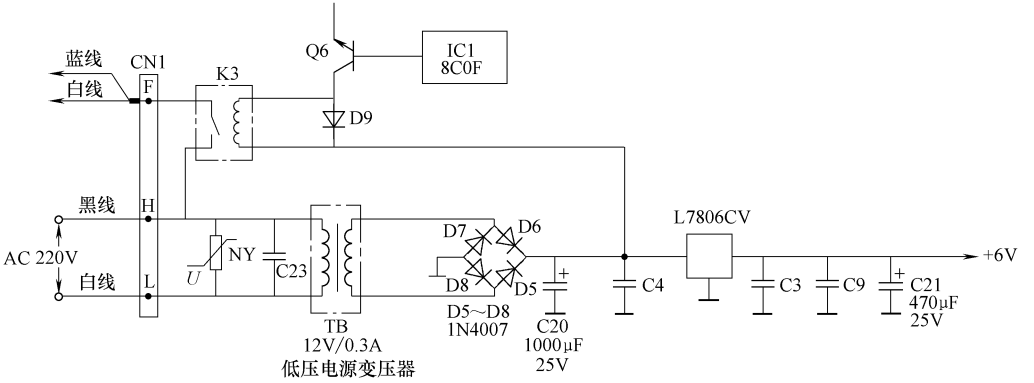


图 3-11　电脑板中供电电源电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

（3）烧烤加热控制电路

在海尔 WH2485EG 型微波炉中，烧烤加热控制电路主要由 K1 继电器及白色导线等组成，如图 3-12 所示。当操作烧烤功能键使微波炉进行烧烤加热时，继电器 K1 在 IC1（8C0F）微控制器的控制下呈导通状态，电源插头的蓝线端通过热切断保护器 1→黑线→蓝线→K1→白线→热切断保护器 2→白线接到加热棒 H2 的 B 端，电源插头棕线端通过 8A/250V 电源熔断器→白线→S1→灰线→蓝线接到加热棒 H1 的 A 端，从而使加热棒获得工作电压，微波炉工作在烧烤状态。其中，K1 的导通时间决定了加热棒的加热时间，也就决定了烧烤加热的时间。

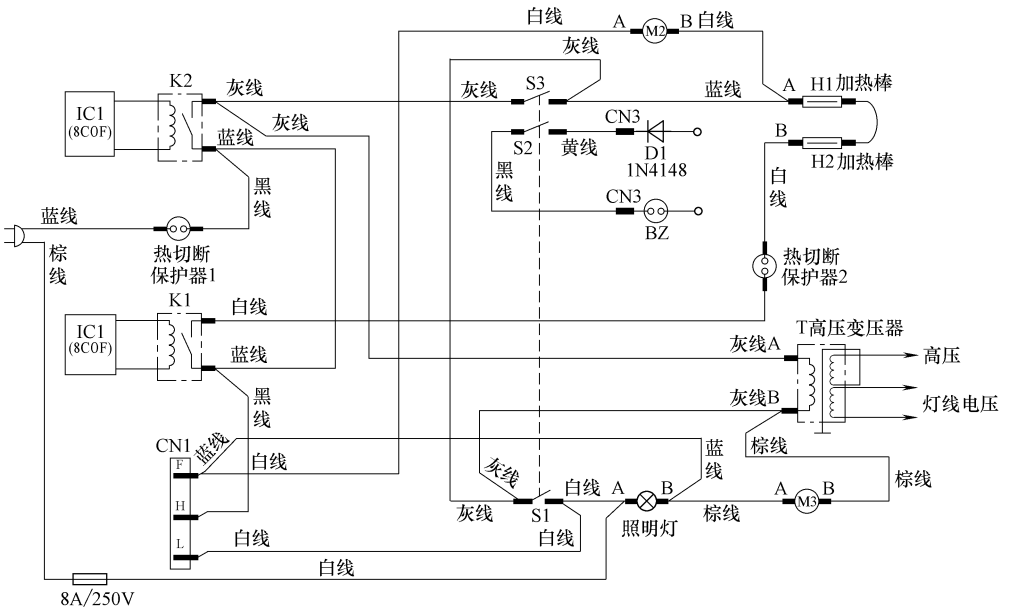


图 3-12　海尔 WH2485EG 型微波炉中整机供电源及加热控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

二、显示窗及其控制电路

在微电脑控制式微波炉中，为实现人机对话，常以显示窗显示一些字符或图标来指示用户对微波炉的功能要求及微波炉的工作状态。但显示窗常有数码管和液晶屏两种形式。在微波炉中最为常见的是七段式数码管显示窗，它也有多种不同的应用形式。

1. 七段式数码管显示窗

七段式数码管显示窗是由条状发光二极管组成的字符显示设备，但它常由 2 个或 4 个七段式数码管联合组成，应用在具有不同要求的生产设备及家用电器中。在微电脑控制式微波炉中，最常用的是 4 个七段式数码管显示窗，如格兰仕 WD750B 型、格兰仕 G8023CSL-K3 型等微波炉中就采用了 4 个七段式数码管显示窗。

（1）七段式数码管的基本结构

七段式数码管是把 7 个条状半导体发光二极管（LED）按照图 3-13 中所示的形式排列起来，再将各阳极（P）用引线分别引出，而把各阴极（N）连在一起引出；也可将各阴极用引线分别引出，而把各阳极连在一起引出，然后封装起来，前者为共阴极数码管，后者为共阳极数码管。其电路原理图如图 3-14 所示。

在七段式数码管中，不同位置的条状发光二极管点亮，就可以显示出 0 ~ 9 的不同数字。

（2）七段式数码管的组合应用

七段式数码管只能显示 0 ~ 9 的单个数字，因此，在具体应用时，常用两个以上的七段式数码管组合起来，才能够显示出人们需要的数字。如用 2 个或 4 个七段式数码管

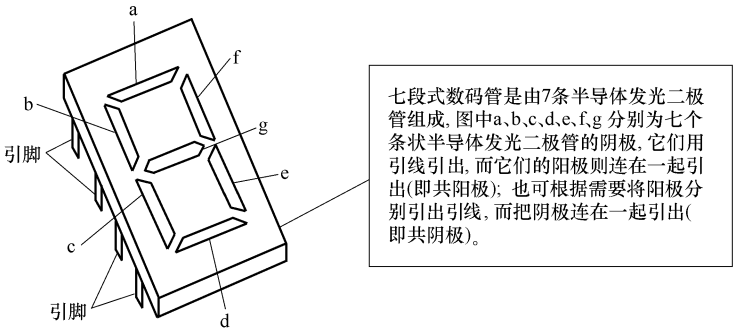


图 3-13　七段式数码管显示基本结构示意图

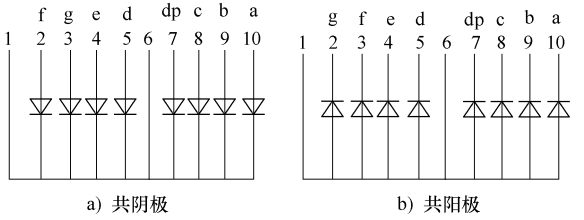


图 3-14　七段式数码管电路原理图

注：a）为 5EF1031AP（G）原理图，b）为 5EF105KP（G）原理图。

按照一定间隙排列在一起后再行封装，就可制成具有 2 位或 4 位显示数字的数码管显示窗。其组合形式及电路原理图如图 3-15 和图 3-16 所示。但 2 位或 4 位显示数字的数码管在具体应用时需有译码器对其进行驱动才能够正常显示数字。

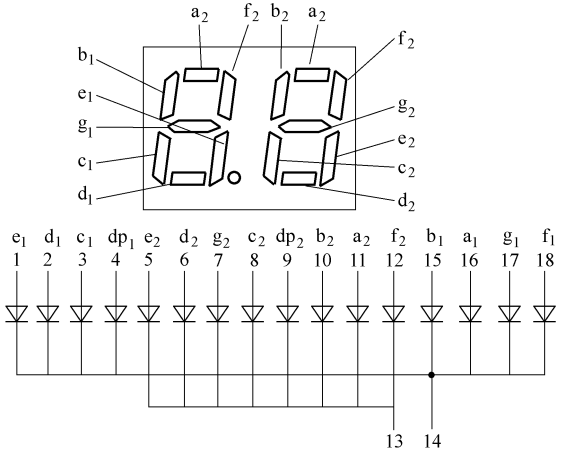


图 3-15　2 个七段式数码管组合及电路原理图

注：为 5EF2041KP 国产半导体发光数字显示原理图。

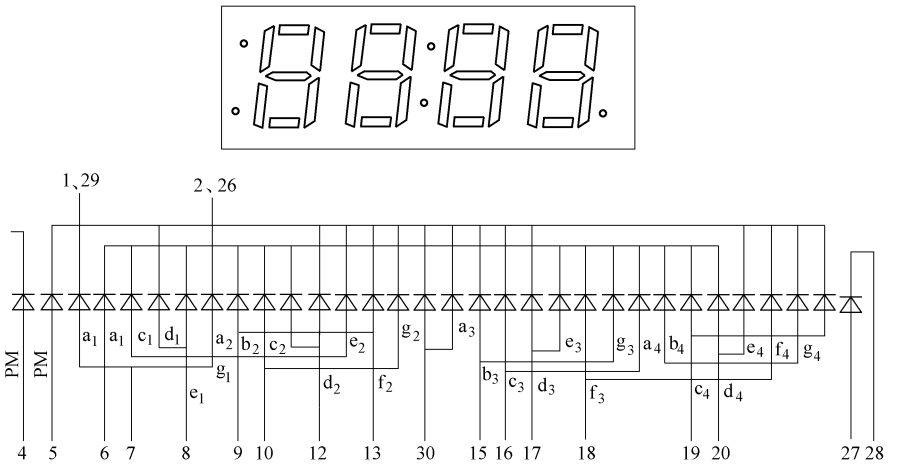


图 3-16　4 个七段式数码管组合及电路原理图

注：为 5EF4062KG 国产半导体发光数字显示原理图。

在实际应用中，七段式数码管的型号较多，其字高尺寸、使用功率、正反向电压及亮度要求等都有一定差别。有关更多的具体型号及参数可查阅相关的电工手册，这里因篇幅所限就不予多述。

2. 液晶屏显示窗

液晶屏显示窗是一种被动式液晶平板显示器件，它本身不会发光，而是借助自然光或其他外来光进行显示的。外部光越强，它的显示效果越好，不像发光二极管那样会被强光所淹没。但它具有动态散射和扭曲向列两种电光效应。故也就有两种类型的液晶显示器。

（1）动态散射型液晶显示器的基本结构及工作原理

动态散射型显示器是一种驱动电压较高的显示器，其驱动电压一般为 15 ~ 20V，其主要特点是视角大，但寿命较短，其外形是一个很薄的盒子，盒子两面是透明的玻璃板，中间只有 0. 01mm 厚的液晶材料，如图 3-17 所示。

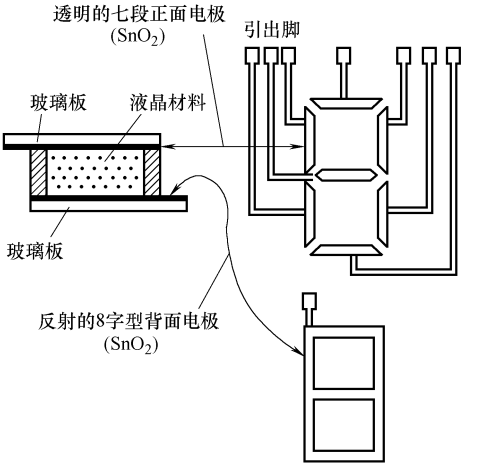


图 3-17　动态散射型显示器基本结构示意图

在图 3-17 中，液晶材料是一种在特定温度范围内既能够像液体那样易于流动，又能够像固态晶体那样使分子保持特有排列方式的有机物质。在液晶显示板中，与液晶材料接触的玻璃表面，用特殊方法涂上极薄的导电电极，其中正面电极是透明的，而背面电极是反射型的。当两电极间

未加电压时，液晶分子有序排列，呈透明状态不显示；当两电极间加一定电压时，其间液晶中的离子团（添加剂）运动，从而扰乱了液晶分子的排列，液晶折射率发生变化，形成散射，从而达到显示目的。这种显示方式就称为动态散射，采用该种方式制成的显示器就称为动态散射型显示器。

（2）扭曲向列型液晶显示器的基本结构及工作原理

扭曲向列型显示器是一种供电压较低的显示器，其工作电压一般只需3V，工作电流小于1μA，最大电流也只有几微安。它主要是利用扭曲向列效应及表面排列技术，把刻有透明电极的玻璃进行表面处理，使液晶分子在偏振光的作用下在液晶盒内的排列方向能够呈现90°扭曲。其基本结构示意图如图3-18所示。

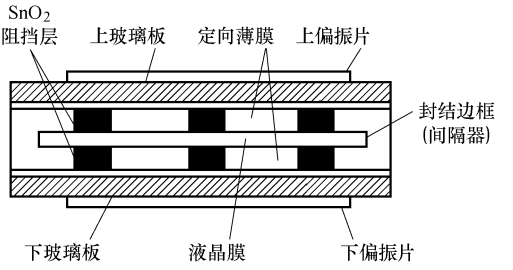


图3-18　扭曲向列型显示器基本结构示意图

但扭曲向列型显示器，多应用于液晶手表及袖珍计算器等。故这里就不予多述。

3. 常见实用显示窗

在微电脑控制式微波炉中，常见实用显示窗的规格较多，其显示功能也不完全一致。但其作用是相同的，均是为了显示微波炉当前的工作状态。因篇幅所限，这里仅以格兰仕WD750B型和海尔WH2485EG型微电脑控制式微波炉为例进行简要介绍。

（1）格兰仕WD750B机型中的实用显示窗

在格兰仕WD750B型微电脑控制式微波炉中，其实用显示窗是由4个七段式数码管组成，其实物如图3-19所示，引脚功能及正常状态下的正、反向电阻值见表3-4。

在图3-19中，数码管显示窗的显示控制电路主要由Q8～Q12和Q15等组成，其实物组装如图3-5所示，电路原理图如图3-7所示。但Q8～Q12和Q15是在IC01

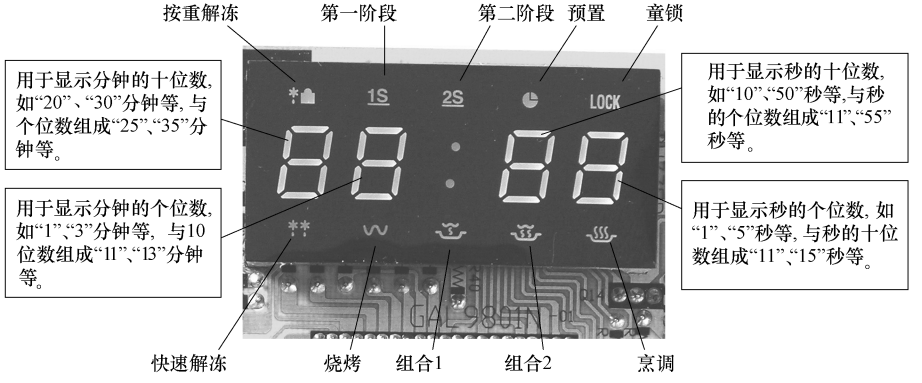


图3-19　格兰仕WD750B型微波炉中显示窗实物图

表 3-4　格兰仕 WD750B 显示窗引脚功能及正常状态下的正、反向电阻值

引脚号	引脚功能	R/kΩ	
		在线	
		正向	反向
1	外接 Q8 驱动电路,用于功能选择信号输入	9.8	∞
2	外接 Q9 驱动电路,用于功能选择信号输入	9.8	∞
3	外接 Q11 驱动电路,用于功能选择信号输入	9.8	∞
4	外接 Q12 驱动电路,用于功能选择信号输入	9.6	∞
5	外接 Q10 驱动电路,用于功能选择信号输入	9.6	∞
6	h 端子,外接 Q15 驱动电路,用于功能选择信号输入	9.6	∞
7	f 端子,f 位发光显示管控制电平输入	9.6	∞
8	g 端子,g 位发光显示管控制电平输入	9.6	∞
9	e 端子,e 位发光显示管控制电平输入	∞	13.4
10	i 端子,i 控制信号输入	∞	13.5
11	d 端子,d 位发光显示管控制电平输入	∞	12.5
12	c 端子,c 位发光显示管控制电平输入	∞	12.8
13	b 端子,b 位发光显示管控制电平输入	∞	13.0
14	a 端子,a 位发光显示管控制电平输入	∞	12.8

注：表中数据用 MF47 型万用表 R×1k 档测得，仅供参考。

(TMP47C400 BN-RH31) 的⑤～⑩脚内部功能选择电路控制下对显示窗进行驱动的。同时，IC01 的⑰～⑳脚、㉒～㉕脚内部的七段式译码器输出驱动电平控制条状发光二极管或图形发光管，以指示微波炉所处的工作状态。因此，在数码管显示的驱动过程中，IC01 的⑤～⑩脚主要输出功能选择信号，而⑰～⑳脚和㉒～㉕脚主要输出字符显示信号不同的选择输出，显示窗有不同的功能显示（见图 3-19），同时也有不同的显示数据。

在图 3-19 中，若使显示屏显示 1min 的时钟数据，通过操作控制板上的功能键，可使 IC01（TMP47C400BN-RH31）的⑱脚、⑲脚输出低电平，而⑤～⑩脚输出相应的逻辑电平，使 Q8～Q10、Q15 有选择地导通或截止，以使分钟位字符显示“1”，同时相应的功能图形也会亮起。有关功能操作方法见键盘控制电路一节中的相关介绍，这里不予多述。

（2）海尔 WH2485EG 机型中的实用显示窗

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，其实用显示窗的尺寸比较大，显示功能也比较多，其实物如图 3-20 所示。

在图 3-20 中，实用显示窗的标注型号为 TOF-6403 CMGMYMR-B4 013 M05 09 20 LH。它是一种具有 36 个引脚的多功能区的大屏幕显示器，可用于显示烹调时

间、显示设定食物重量或当前工作的微波火力，以及各种菜单等。其面板显示功能如图3-21所示。正常时，其在线引脚的正、反向电阻值见表3-5。有关各显示功能的操作方法见键盘控制电路。这里暂不多述。

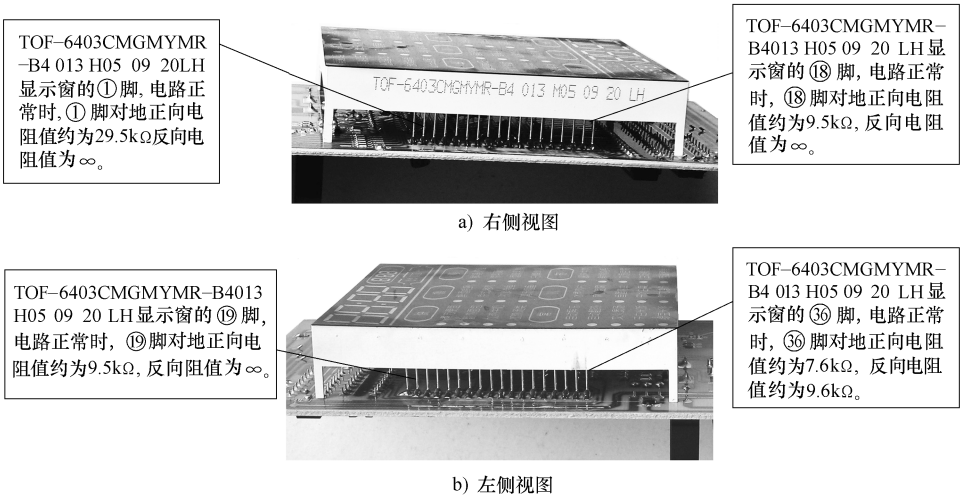


图 3-20　海尔 WH2485EG 型微波炉中实用显示窗实物图

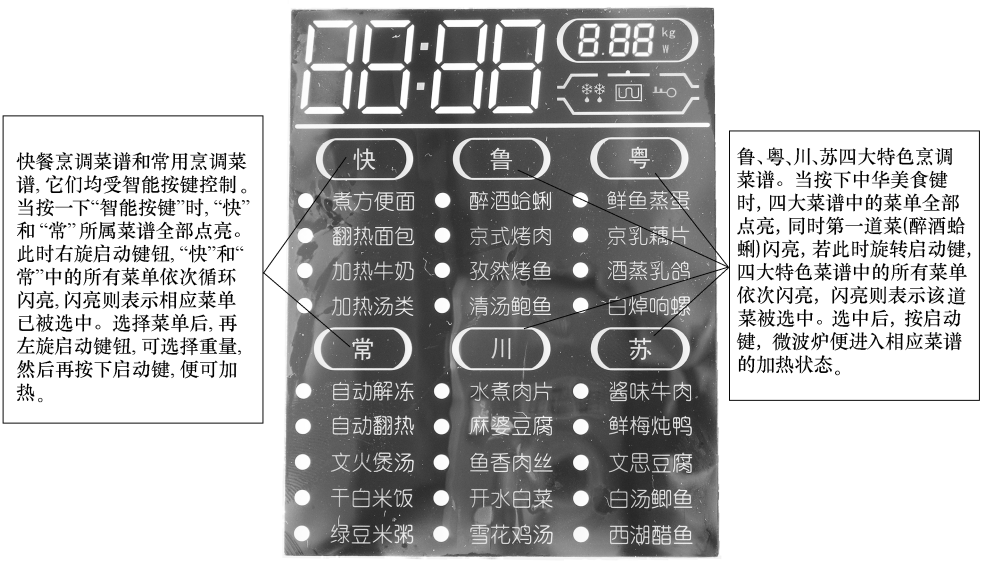


图 3-21　海尔 WH2485EG 型微波炉显示窗面板中的烹调菜谱实物图

三、键盘控制电路

键盘控制电路是微电脑控制式微波炉整机电路中的一个重要组成部分，它主要用于实现人机对话。但它在不同品牌型号的微波炉中有多功能及简易型两种不同应用形式。本节就主要以具有代表性的机型，介绍具有多功能和简易型的两种键盘控制电路，以供维修参考。

表 3-5　TOF-6403CMGMYMR-B4 013 M05 09 20 LH 显示器在线正常状态下的正、反向电阻值

引脚号	R/kΩ 在线		引脚号	R/kΩ 在线		引脚号	R/kΩ 在线	
	正向	反向		正向	反向		正向	反向
1	29.5	∞	13	9.5	∞	25	9.5	∞
2	29.5	∞	14	9.5	∞	26	9.5	∞
3	9.6	∞	15	9.5	∞	27	9.3	15.0
4	9.6	∞	16	9.5	∞	28	9.3	15.0
5	9.6	∞	17	9.5	∞	29	7.6	9.6
6	9.6	∞	18	9.5	∞	30	7.6	9.6
7	9.6	∞	19	9.5	∞	31	7.6	9.6
8	9.5	∞	20	9.5	∞	32	7.6	9.6
9	9.5	∞	21	9.5	∞	33	∞	∞
10	9.5	∞	22	9.5	∞	34	7.6	9.6
11	9.5	∞	23	9.5	∞	35	7.6	9.6
12	9.5	∞	24	9.5	∞	36	7.6	9.6

注：表中数据用 MF47 型万用表 R×1k 档测得，仅供参考。

1. 具有多功能的键盘控制电路

具有多功能的键盘控制电路依据不同机型有不同的组成形式，但其控制功能主要由所用微控制器及其内置编程软件所决定。这里就以格兰仕 WD750B 型微电脑控制式微波炉为例，对其具有多功能的键盘扫描控制电路的基本组成及工作原理进行分析介绍。

（1）键盘控制电路的基本组成

在格兰仕 WD750B 型微电脑控制式微波炉中，其键盘扫描控制电路，主要由 IC01（TMP47C400BN-RH31）微控制器的㉖～㉙、㊱～㊶脚及其外围少量元器件等组成，其电路原理图如图 3-22 所示。

在图 3-22 中，点画线框内线路组成在微波炉前面板的薄膜中，并在行、列扫描印制线路的交叉处设置有导电触头，通过按动与其对应的导电橡胶键，可使行、列扫描线路短接触发，向微控制器输入某种功能进入的请求信号，经微控制器内部电路识别处理后，指令相关功能电路进入工作状态，同时数码管显示窗显示相应的数字及指示图形，并由蜂鸣器发出报警声。

在图 3-22 中，点画线框内线路中有 5 条行扫描线，分别通过 T103 插座的⑥脚和⑧、⑨、⑪、⑫脚与 IC01（TMP47 C400 BN-RH31）的⑭、㊲、㊳、㊴、㊶脚相接，用于键扫描信号输出；点画线框线路中有 5 条列扫描线，分别通过 T103 插座的②、③、④、⑤、⑦脚相接，用于键扫描信号输入。但在该扫描矩阵线路中，共设置了 18 个矩阵触发点，以实现 18 种控制功能。因此，当键盘控制电路异常或损坏时，微电脑控制功能异常或失效，微波炉不能正常工作或不工作。这时应重点检查行、列线路，必要时应更换微控制器。

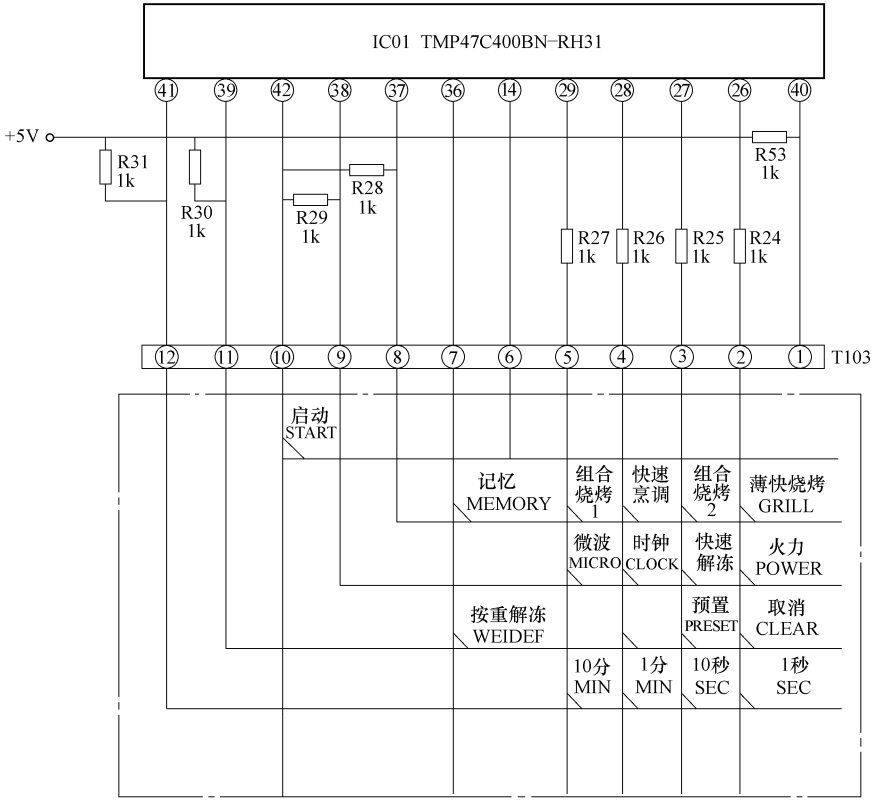


图 3-22　格兰仕 WD750B 型微波炉中键盘扫描电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

（2）键盘控制功能

键盘控制功能主要由安装在前面板中的导电橡胶键来完成，其相应的控制功能都标注在前面板上，如图 3-23 所示。

1）启动（START）键控制功能。按下启动键时，+5V 电压通过 T103 的⑩脚和⑥脚向 IC01（TMP47C 400 BN-RH31）的⑭脚输入 5V 高电平，微波炉按照已输入的烹调程序启动工作。与此同时，烹调显示灯和炉内照明灯亮起，风扇和转盘随之转动。待程序完毕后，显示便回到“时钟”，同时有“嘀”声发出，当日时间将再次显示，而炉内照明灯和风扇、转盘自动关闭。如果不打开炉门或不按取消（CLEAR）键，微波炉将每隔 2min 出现 3 声“嘀”声音，以便提醒用户。

在微波炉按照烹调程序工作过程中，若中途停止烹调，只需打开炉门，微波炉便会立刻停止工作。此时，如不需继续操作，按下取消键，已输入烹调程序便会被清除；如需继续工作，只要关门，再按一下启动键，微波炉即可按照已输入的烹调程序启动工作。

2）火力（POWER）键控制功能。火力键主要用于控制微波炉的加热功率，但它有 5 种火力调节，且以功率的 20% 依次改变。如：

① 按 1 次火力键，输出功率为 100% 高火，显示 100；

图 3-23　格兰仕 WD750B 型微波炉控制面板实物图

② 按 2 次火力键，输出功率为 80% 中高火，显示 80；

③ 按 3 次火力键，输出功率为 60% 中火，显示 60；

④ 按 4 次火力键，输出功率为 40% 中低火，显示 40；

⑤ 按 5 次火力键，输出功率为 20% 低火，显示 20；

⑥ 按 6 次火力键，输出功率为 0（时计），显示为 0。

3）组合烧烤（COMBINAT1ON）键控制功能。组合烧烤键主要用于设定微波输出与石英烧烤管发热的间隔时间，而组合烧烤的总时间为 99 分 99 秒。它分为组合烧烤 1 和组合烧烤 2 两个按键。其中，组合烧烤 1 键，可设定微波输出时间为总时间的 30%，而烧烤管的加热时间为总时间的 70%；组合烧烤 2 键可设定微波输出时间为总时间的 55%，而烧烤管的加热时间为总时间的 45%。

在图 3-23 中，控制面板中共有 17 个控制键，各有不同的控制功能及操作方法，但限于篇幅，这里就不再逐一介绍，相关内容可参见产品使用说明书。

（3）火力控制及组合烧烤的工作原理

火力控制及组合烧烤的工作原理是以火力键和组合烧烤键的联合控制功能为基础，使磁控管和石英加热管在驱动电路的控制下分时进行工作的。

在格兰仕 WD750B 型微波炉中，火力控制及组合烧烤电路主要由 IC01

（TMP47C400BN-RH31）的⑮脚和⑫脚及其外接驱动电路等组成，如图 3-24 所示。其中，IC01⑮脚和外接的 R17、Q4、RY3 等组成火力控制电路；⑫脚和外接的 R 15、Q5、RY2 等组成烧烤控制电路。

在图 3-24 中，IC01（TMP47C400BN-RH31）的⑮脚用于输出控制微波火力的方波脉冲。当方波脉冲的平顶期出现时，Q4（A1266 为 PNP 型管）截止，RY3 继电器触点断开，高压变压器 T 不工作，磁控管不发射微波；当方波脉冲的平顶期过后，Q4 开始导通，磁控管发射微波。在反复按动火力（POWER）键时，由 IC01㊳脚输出的键脉冲控制信号经 T103 的⑨脚和②脚进入 IC01 的㉖脚（见图 3-22），经 CPU 运算后使 IC01⑮脚输出的方波脉冲（即 PWM 调宽脉冲）的占空比被设定。因此，若适当调整方波脉冲的占空比，就会改变 Q4 的导通与截止时间。其导通与截止的周期为 30s，即方波脉冲的平顶期前沿到下一个方波脉冲平顶期前沿的时间为 30s。故在方波脉冲的一个周期内，方波脉冲的平顶期越长，Q4 的截止时间越长，其相对的导通时间就越短，磁控管发射微波的时间也越短，烹调火力就越小。反之，若 IC01⑮脚输出方波脉冲的平顶期越短，则 Q4 的截止时间就越短，相对的导通时间也就越长，微波烹调火力就越大。

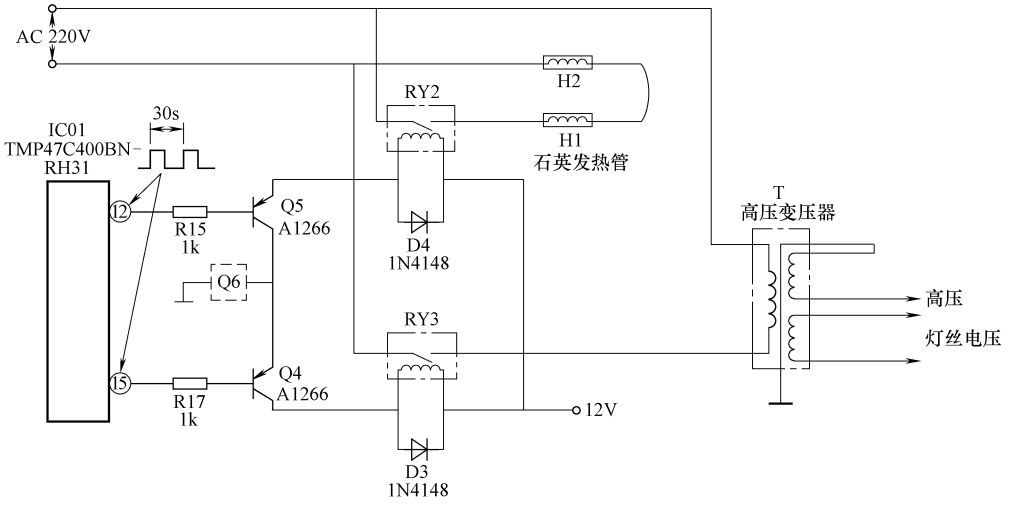


图 3-24　格兰仕 WD750B 型微电脑控制式微波炉中火力控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

当按 1 次火力（POWER）键时，方波脉冲的平顶期约为 0s，而平顶期后沿到下一个平顶期前沿约为 30s，此时 Q4 一直导通，微波输出功率为额定功率的 100%，约 750W，即高火力。

当按 2 次火力键时，方波脉冲的平顶期约为 1s（Q4 的截止时间），而平顶期后沿到下一个平顶期前沿约为 29s（Q4 的导通时间），此时微波输出功率为额定功率的 80%，约为 600W，即中高火力。

当按 3 次火力键时，方波脉冲的平顶期约为 7s（Q4 的截止时间），而平顶期后沿到下一个平顶期前沿约为 23s（Q4 的导通时间），此时微波输出功率为额定功率的 60%，约为 450W，即中火力。

当按 4 次火力键时，方波脉冲的平顶期约为 13s（Q4 的截止时间），而平顶期后沿到下一个平顶期前沿约为 17s（Q4 的导通时间），此时微波输出功率为额定功率的 40%，约 300W，即中低火力。

当按 5 次火力键时，方波脉冲的平顶期约为 23s（Q4 的截止时间），而平顶期后沿到下一个平顶期前沿约为 7s（Q4 的导通时间），此时微波输出功率为额定功率的 20%，约 150W，即低火力。

在图 3-24 中，IC01（TMP47C400BN-RH31）的⑫脚用于输出控制石英烧烤管的方波脉冲，其方波脉冲的周期为 30s。当需要烧烤加热时，只要操作控制面板上的“薄块烧烤（GIRLL）”键，IC01 的⑫脚就会输出低电平，但 IC01 的⑮脚仍输出高电平，此时只有 RY2 继电器接通，故为单一的石英烧烤管发热。若适当调整烧烤烹调时间，即可适应烧烤不同的食物。

当需要组合烧烤时，通过操作控制面板上的相应功能键，可获得两种组合烧烤方式。其中，一是 IC01 的⑮脚输出占空比为 7∶3 的方波脉冲，即方波脉冲的平顶期（高电平）为 21s，平顶期的后沿与下一个方波脉冲平顶期的前沿（低电平）间隔为 9s，使磁控管在 30s 内有 30% 的时间发射微波。同时，IC01 的⑫脚输出占空比为 3∶7 的方波脉冲，即方波脉冲的平顶期（高电平）为 9s，平顶期的后沿与下一个方波脉冲平顶期的前沿（低电平）间隔为 21s（Q5 的导通时间），使石英加热管在 30s 内有 70% 的时间加热。微波火力与烧烤加热是交替进行的。二是 IC01 的⑮脚输出占空比为 9∶11 的方波脉冲，即方波脉冲的平顶期（高电平）为 13.5s，平顶期的后沿与下一个方波脉冲平顶期的前沿（低电平）间隔为 16.5s，使磁控管在 30s 内有 55% 的时间发射微波。同时，IC01 的⑫脚输出占空比为 11∶9 的方波脉冲，即方波脉冲的平顶期（高电平）为 16.5s，平顶期的后沿与下一个方波脉冲平顶期的前沿（低电平）间隔为 13.5s，使石英加热管在 30s 内有 45% 的时间加热。

因此，在组合烧烤中，适当调整磁控管与石英加热管的工作时间，即可获得不同的烹调效果。有关更加详细的操作方法及程序可参见微波炉的使用说明书，这里就不再赘述。

2. 简易型的键盘控制电路

在微电脑控制式微波炉中，简易型的键盘控制电路比较多见，其主要表现是面板控制键较少，一般只有几个，但其控制功能仍然比较完善。这里就以海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉为例，对其简易型的键盘控制功能进行简要介绍。其实物如图3-25所示。

在图 3-25 中，控制面板上主要有 1 个启动旋钮和 6 个按键，它们联合运用时可实现多种功能控制。

（1）启动旋钮的功能作用及使用方法

启动旋钮是一个多功能控制键，它除用于调整时间、选择重量及启动控制外，还可用于快捷启动，但快捷启动必须是在待机状态下。

在待机状态下，直接按压启动键 1 次，微波炉就会立即启动，并自动以 850W 的微波火力工作 30s，若按压启动键每增加 1 次，则工作时间可增加 30s，最多可达 30min。

图 3-25　海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中面板控制键实物图

（2）转波火力键的功能作用及使用方法

转波火力键主要用于设定微波火力，可设置 5 个档拉，即高火 850W、中高火 600W、中火 400W、中低火 200W、低火 100W。例如，按转波火力键 2 次，显示窗将显示 600W，此时再旋转启动键设定时间后按下启动键，微波炉便工作在中高火（600W）加热状态。

（3）光波/组合键的功能作用及使用方法

光波/组合键主要用于光波烧烤控制，可实现 3 种烧烤方式，即 100% 的光波烧烤功能、1/3 微波 +2/3 光波和 2/3 微波 +1/3 光波的组合烹调功能。在使用组合烹调功能时，首先应设定烧烤方式，然后再设定烹调时间。例如，将食物放入炉腔并关好炉门后，先按“光波/组合”键 2 次，显示窗上将显示“C-1”，且汽蒸图案点亮，此时，再旋转启动键钮设定时间后按下启动键，微波炉便工作在 1/3 微波 +2/3 光波的组合烹调状态。

（4）华夏美食键的功能作用及使用方法

华夏美食键主要用于选择包括鲁、川、粤、苏的四大菜谱，共有 18 个特色的菜单，如图 3-21 所示。当按下“华夏美食”键时，四大菜系中的自动菜谱全部点亮。当选择其中一道菜谱时，按压启动键，微波炉即可依照设定程序进入工作状态。例如，将水煮肉片放入炉腔内并关好炉门后，按一下华夏美食键，再旋转启动键钮，直到“水煮肉片”菜谱闪亮，同时显示窗显示 400W 功率，然后按压启动键，微波炉便进入“水煮肉片”的工作状态。

（5）智能按键的功能作用

智能按键主要用于控制快餐烹调和常用烹调，其中快餐烹调设有 4 个菜谱，常用烹调也设有 4 个菜谱，如图 3-21 所示。如将方便面和适量的水放在容器中，并送入炉腔内关好炉门后，可先按下智能键，使“煮方便面”菜谱指示灯闪亮，再左旋启动键钮设定烹调时间，然后按压启动键，微波炉便自动工作在设定程序上。

（6）汽蒸烹调的功能作用及使用方法

汽蒸烹调主要用于汽蒸转波炉的汽蒸功能控制。按一下汽蒸烹调键，汽蒸功能被选中，此时显示屏中的汽蒸图案点亮。此时，用于显示设定食物重量或当前工作微波火力的指示灯闪烁，再旋转启动键钮，设定汽蒸时间后，按下启动键钮，微波炉便以设定程序工作。

（7）暂停/取消/节能的功能作用及使用方法

暂停/取消/节能键主要用于功能停止或取消控制。如按一下“暂停/取消/节能”键，微波炉的当前工作程序被暂停；若连续按两次“暂停/取消/节能”键，微波炉则处于待机状态。在待机状态下，按住“暂停/取消/节能”键持续 3s 不放，节能功能启动，此时显示窗熄灭。在此状态下按任意键，节能功能失效，进入待机状态。

如果在待机状态，按住“暂停/取消/节能”键不放，再按下“汽蒸功能”键，可使微波炉进入童锁状态，同时显示窗上的童锁图案点亮，并伴有“嘀”的一声长鸣，此时，微波炉的所有烹调功能操作均无效。

在童锁状态下，先按下“暂停/取消/节能”键，再按下“汽蒸功能”键，一声长嘀，即取消童锁功能，回到待机状态。另外，将微波炉断电也可以取消童锁功能。

第二节　加热系统电路

在微电脑控制式微波炉中，加热系统电路较机械式微波炉增加了石英发热管等组成的烧烤加热电路，而微波加热功能基本相同，但在具体应用中常用微波与石英发热管相组合的加热功能，因而提高了对食物的烹调效果。

一、微波加热系统

在微电脑控制式微波炉中，微波加热系统虽然与机械式微波炉基本相同，但在具体应用时仍有不同的组合形式。这里就主要以海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉为例，对微波加热系统进行简要介绍。

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，其微波加热系统除有必需的磁控管以外，还主要由弯曲式波导腔和微晶式玻璃托盘等组成，其实物如图 3-26 所示。

1. 弯曲波导腔

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，由磁控管发射的微波不再像传统机型中那样通过石英挡板直接辐射到微波炉内腔对食物进行直接加热，而是通过一个弯曲的方形波导腔将微波传输到微波炉的底部输入口，如图 3-27 所示。因此，在海尔 WH2485EG 型微波炉内腔的侧翼就不再有微波输入口及石英挡板，只留有通风口，如图 3-28 所示。

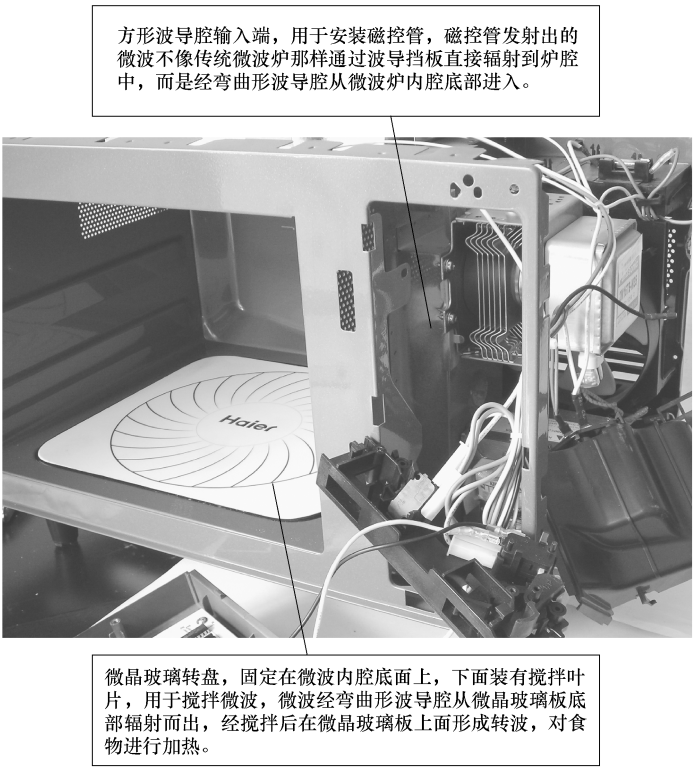


图 3-26　海尔 WH2485EG 型微波炉中微波加热系统部件实物图

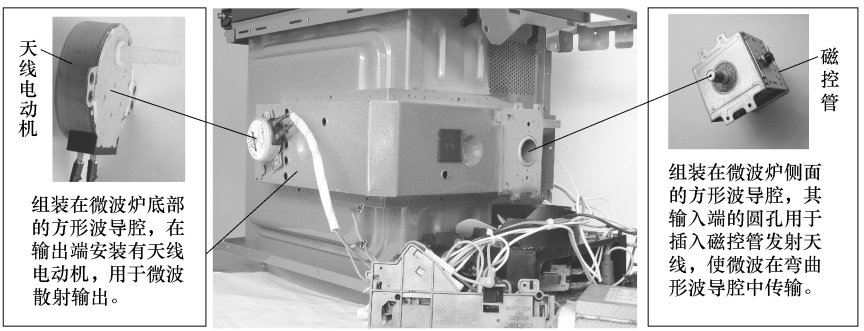


图 3-27　海尔 WH2485EG 型微波炉中弯曲形波导腔实物组装图

在图 3-27 中，由磁控管发射的微波，经弯曲形波导腔传输到微波炉内腔的底部，然后再由底部天线电极和搅拌叶片将微波散射到微波炉内腔，以便于通过搅拌叶片在内腔中形成真正的立体微波。

2. 爪极式天线电动机

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，用于散射微波的天线电动机是一种爪极式永磁同步电动机，其实物如图 3-29 所示。

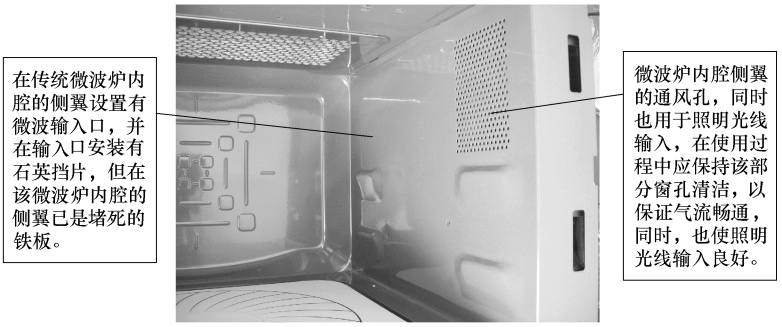
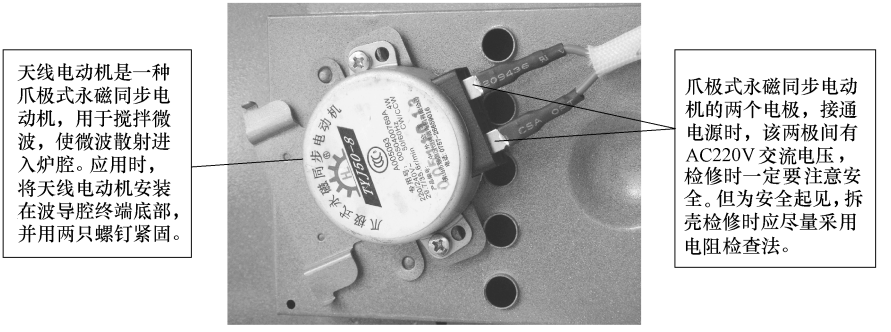
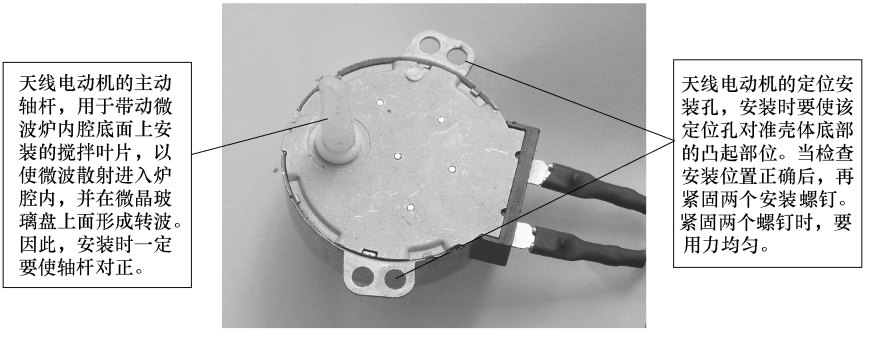


图 3-28　海尔 WH2485EG 型微波炉内腔侧翼实物图



a) 天线电动机安装位置实物图



b) 天线电动机内侧实物图

图 3-29　天线电动机实物图

天线电动机与传统微波炉中的转盘电动机基本相同，只是由于它的功能主要是通过搅拌炉内腔下面的叶片来使微波散射出去而命名的。因而天线电动机具有两种功能：一是用于搅拌微波，使微波散射进入微波炉内腔，并通过腔体内底部的微晶玻璃托盘产生转波，以适应汽蒸锅烹调；二是用于驱动转盘，以使食物能够均匀地受到微波辐射。但这种天线电动机向炉内腔散射输入微波的方式，对微波功率损耗较大。在海尔 WH2485EG 型微波炉中，其输入功率约为 1350W，而输出功率则为 850W。

3. 微晶玻璃转盘

微晶玻璃转盘是由微晶材料制成的一种托盘，如图 3-26 所示。微晶玻璃转盘与传统机型中的玻璃托盘有较大区别。首先它是固定组装在微波炉内腔底面上的轴架上，并在微晶玻璃托盘下面装有搅拌叶片，然后再由爪极式电动机驱动，以使微波能够均匀散射到微波炉内腔，并在微晶玻璃托盘的作用下形成转波。因而，在商业中常称采用该种技术的微波炉为转波炉，但它必须要配置专用汽蒸锅。

4. 微波火力控制电路

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，微波火力控制电路主要由继电器 K2 等组成，其实物如图 3-30 所示，电路原理图如图 3-31 所示。

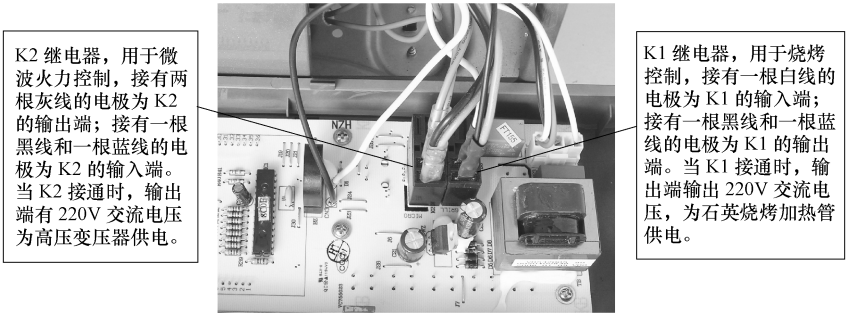


图 3-30　海尔 WH2485EG 型微波炉中继电器 K1 和 K2 实物图

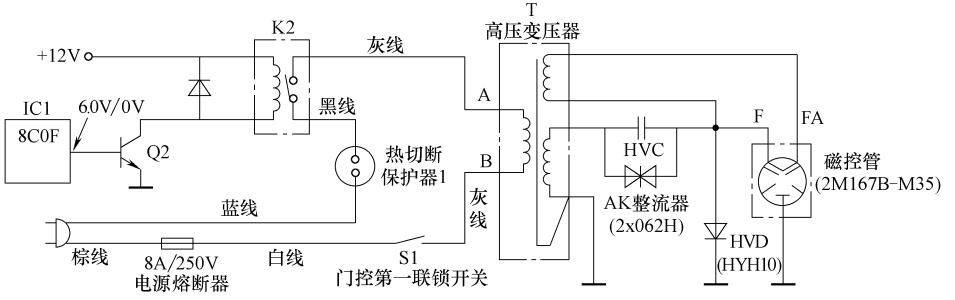


图 3-31　海尔 WH2485EG 型微波炉中微波火力控制电路原理图

在图 3-30（或图 3-31）中，微波火力控制主要由继电器 K2 来完成。在待机状态时，K2 不导通，高压变压器 T 不工作。当单片机输出微波加热的控制信号时，K2 继电器导通，由电源插头输入的 220V 市网交流电压通过热切断保护器 1、K2 加到高压变压器 T 的 A 端，并通过 A～B 绕组→S1→8A/250V 熔断器→电源插头构成回路，从而使高压电路工作，磁控管有微波发出。K2 的导通是由 IC1（8C0F）微控制器控制，其导通时间的长短决定微波火力的大小，即决定高压供电电路工作时间的长短。

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，高压供电输出电路、磁控管阴极、灯丝供电输入电路的组成与常见的机械微波炉有所不同。其不同之处主要是在高压电容器两端并接了一只 AK 整流器，并且磁控管两个阴极各有一根输入导线。其实物如图 3-32所示。

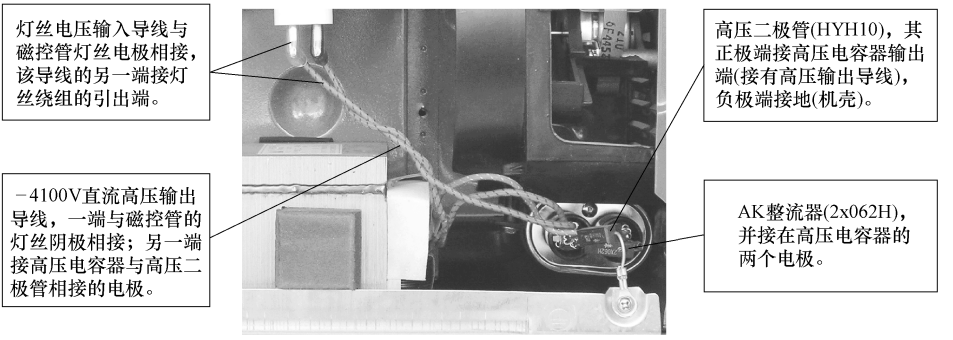


图 3-32　海尔 WH2485EG 型微波炉中高压供电输出电路元器件实物图

二、光波加热系统

在微电脑控制式微波炉中，光波加热系统主要由两只光波管等组成，用于烧烤食物。下面就以海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉为例对光波加热系统作些简要介绍。

1. 光波管及其实物

光波管是一种细长的高效能发光管，它能够产生极高热量，对食物进行烧烤，其实物如图 3-33 所示。但在具体应用时，常将两只光波管串联后安装在微波炉内腔外壳顶部，如图 3-34 和图 3-35 所示。两只光波管点亮后所产生的光波通过微波炉内腔顶部预留的网孔，辐射到内腔中的食物上，其内腔顶部网孔结构如图 3-36 所示。

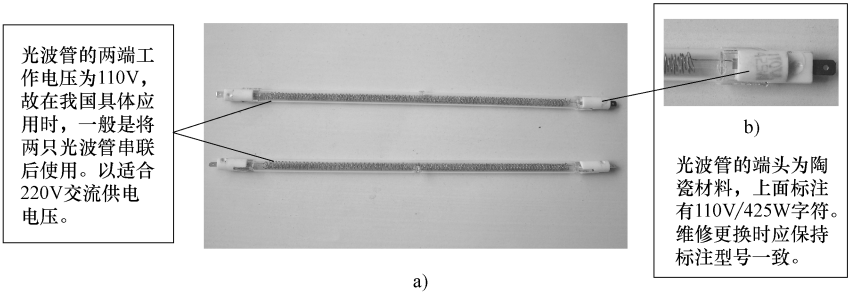


图 3-33　光波管实物图

在图 3-36 中，透过微波炉内腔顶部的光波可直接辐射到炉内腔中的食物，对食物进行烧烤。其烧烤的程度，由光波管的发光时间决定。因此，在具体应用时，还需设置有烧烤控制电路。

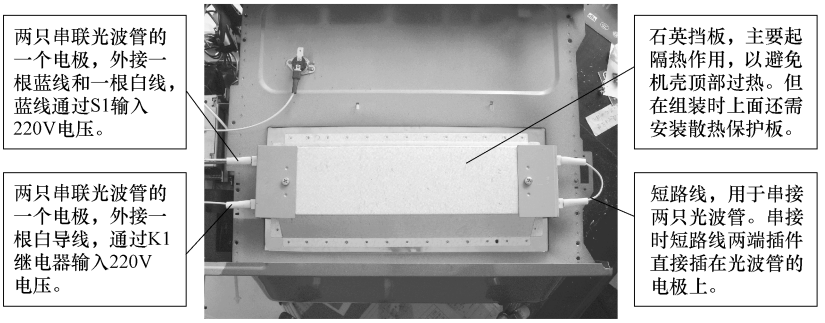


图 3-34　光波管安装位置实物图

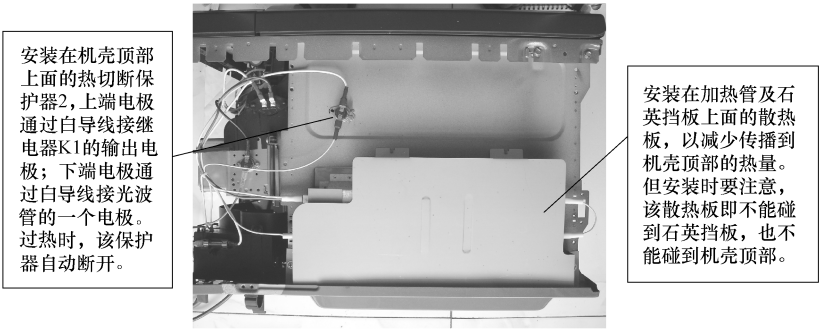


图 3-35　光波管上面散热板实物图

图 3-36　微波炉内腔顶部网孔结构实物图

2. 烧烤火力控制电路

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，烧烤火力控制电路主要由继电器 K1 等组成，其实物如图 3-30 所示，电路原理图如图 3-37 所示。其中 K1 继电器由 IC01 微控制器控制。在待机状态或不进入烧烤功能时，K1 不导通，光波管不发热。当 IC01 微控制器输出烧烤加热的控制信号时，K1 继电器导通，由电源插头输入的 220V 交流电压通过热切断保护器 1→K1→热切断保护器 2 加到 H1 光波管的 B 端电

极，并通过 H1→H2→S1→8A/250V 电源熔断器→电源插头构成回路，从而使光波管释放出强烈的光波。K1 的导通时间将决定着烧烤火力的大小，而 K1 的导通时间则由 IC01 微控制器控制。

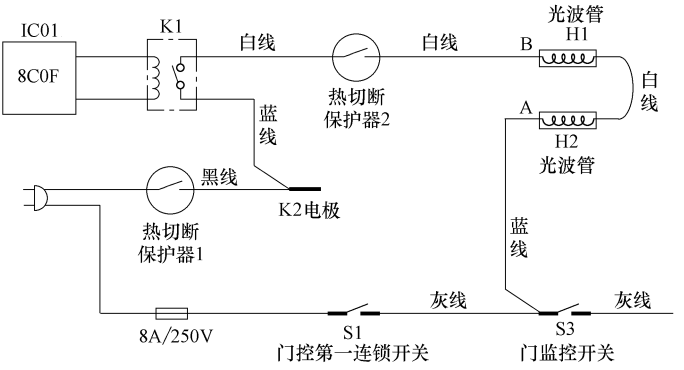


图 3-37　海尔 WH2485EG 型微波炉中烧烤火力控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

3. 组合加热控制

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，组合烧烤控制是由 K1 和 K2 两只继电器共同完成的，其实物如图 3-30 所示。

在 3-30 中，K1 用于烧烤控制，K2 用于微波加热控制。K1、K2 导通时间的比例决定着微波功率和光波功率的比值。但 K1、K2 导通时间的比例是由微控制器内置编程软件程序控制的。其常用比例为 3∶1、3∶2 或 3∶0。

当 K1 导通时间为周期的全部时间时，K2 截止，此时为 100% 光波烧烤加热；当 K1 导通时间为周期的 2/3 时，光波功率为额定功率（900W）的 2/3（600W），此时 K2 导通时间为周期的 1/3，微波功率为额定功率（850W）的 1/3（约为 283W）；当 K1 导通时间为周期的 1/3 时，光波功率为额定功率的 1/3（300W），此时 K2 导通时间为周期的 2/3，微波功率为额定功率的 2/3（566W）。K1 与 K2 的导通与截止周期为 30s。

三、风冷系统

在微电脑控制式微波炉中，风冷系统与机械式微波炉中的风冷系统基本相同，均是由风扇电动机及风扇叶轮等组成，但在微电脑控制式微波炉中，风冷系统的工作状态是由微控制器控制的。其电路原理图如图 3-38 所示。

在图 3-38 中，首先必须是在关闭炉门，S1 门控第一联锁开关接通后，电脑板中低压电源电路有 +12V 和 +5V 电压产生时，由 IC01（8C0F）控制 Q6 进入导通状态，随后使 K3 继电器导通，由电源插头输入的 220V 市网电压通过 CN1 和 H 端→K3→CN1 的 F 端→白色导线加到风扇电动机的 A 电极，并通过风扇电动机绕组→B 电极→白色导线→H1（光波管）的 A 电极→蓝色导线→S3 的一个电极→灰色导线→S1 门控第一联锁开关→白色导线→照明灯的 A 电极→8A/250V 电源熔断器→电源插头构成回路。此时，风扇电动机进入工作状态，为磁控管散热。其实物如图 3-39 所示。

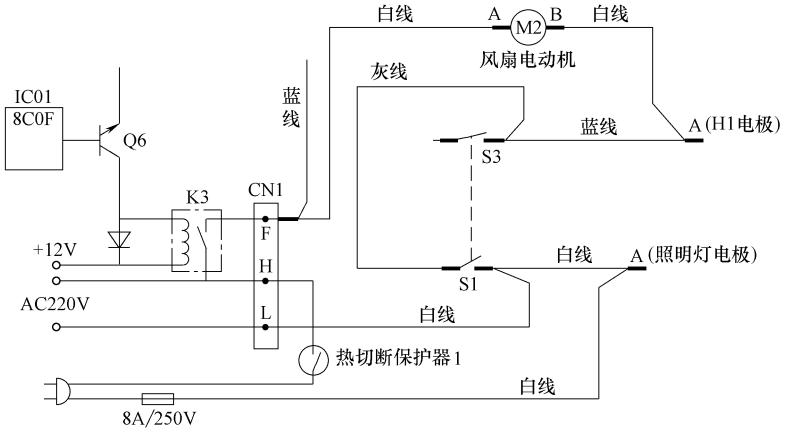


图 3-38　海尔 WH2485EG 型微波炉中风扇电动机控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

图 3-39　海尔 WH2485EG 型微波炉中风扇实物图

四、转盘及其控制系统

在微电脑控制式微波炉中，转盘及其控制系统与机械式微波炉中的转盘控制系统基本相同，均是通过转盘电动机带动转盘运转。但在微电脑控制式微波炉中，转盘电动机的工作状态是由微控制器控制的。如在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，转盘控制系统就主要由微控制器通过 K3 继电器对安装在微波炉底壳下面的转盘电动机实施控制，其实物如图 3-40 和图 3-41 所示，电路原理图如图 3-42 所示。

在海尔 WH2485EG 型微电脑控制式微波炉中，转盘电动机是驱动微晶玻璃托盘下面的搅拌叶片转动，而微晶玻璃托盘是固定不动的，如图 3-43 所示。

在图 3-42 中，转盘电动机与照明灯同受 CN1 的 F 端蓝线控制，而 CN1 的 F 端白线是用于风扇电动机的控制。因此，转盘电动机、照明灯是与风扇电动机同在 K3 继电器控制下同步工作，其控制过程参见风冷系统中的相关叙述。

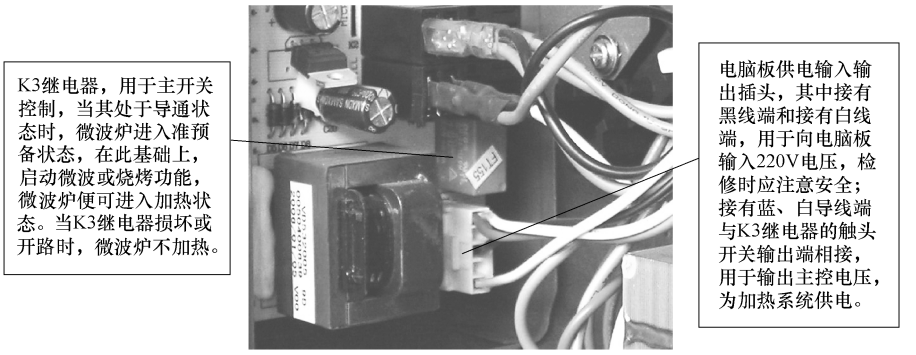


图 3-40　海尔 WH2485EG 型微波炉电脑板中 K3 继电器实物图

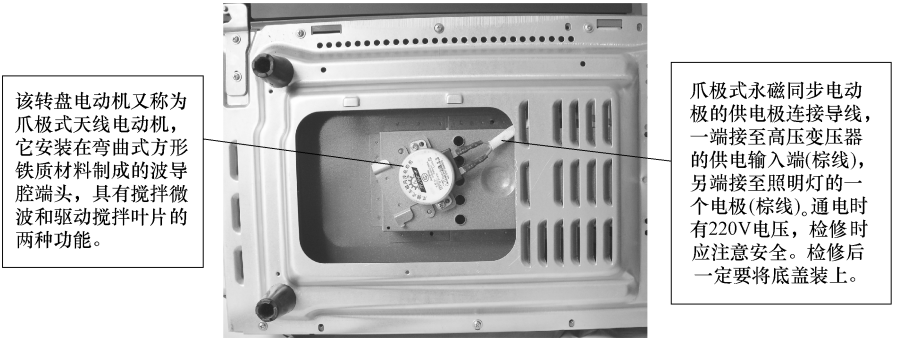


图 3-41　海尔 WH2485EG 型微波炉中转盘电动机实物图

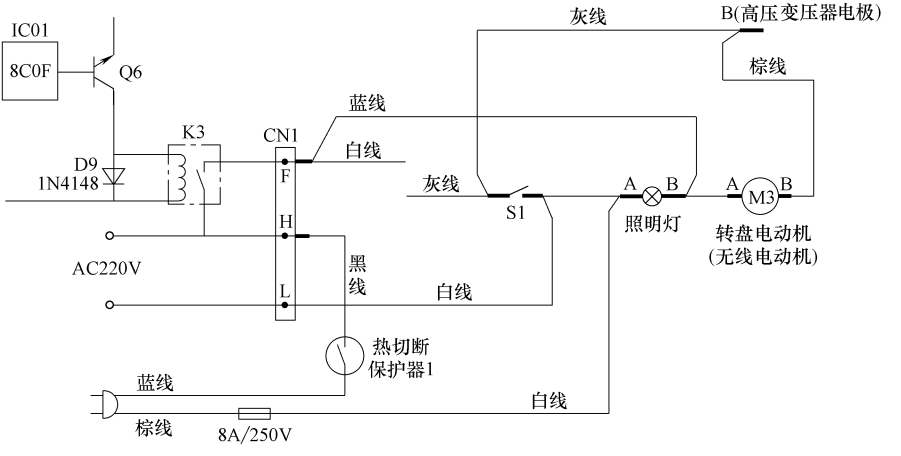


图 3-42　海尔 WH2485EG 型微波炉中转盘电动机和照明灯控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

图 3-43　海尔 WH2485EG 型微波炉内腔中微晶玻璃托盘实物图

第三节　安 全 检 修

微电脑控制式微波炉除具有与机械式微波炉一样的高压供电电路和微波发射系统外，还增加了烧烤加热系统及电脑板电路。其中电脑板电路的故障较高，且检修时往往需要通电检查，因此对于安全检修就有更高的要求。

一、安全注意事项

安全注意事项主要是在拆壳检修时为防止人体遭到微波辐射及高压电击而必须做到的一些事项。

1. 安全使用常识

安全使用常识主要是对微电脑控制式微波炉的基本性能及使用方法有一个正确的了解，以便能够正确检修。

（1）正确认识和掌握微电脑控制功能

在微电脑控制式微波炉中，微电脑控制功能主要由面板控制键来完成，因此，在对微电脑控制式微波炉进行故障检修之前，必须认真阅读使用说明书，全面了解并掌握面板上的各功能控制键。如具有代表性的美的 KD20C-CF 型和格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉的面板控制功能就比较复杂，其控制键也比较多，检修前则需逐一将其使用功能及操作方法弄清楚。其实物如图 3-44 和图 3-45 所示。

（2）主要技术指标

在微电脑控制式微波炉中，一些主要技术要求与机械式微波炉基本相同，但不同机型中的一些技术指标各有不同。

1）美的 KD20C-CF 微波炉的一些主要技术指标有

① 额定电压/频率：220V/50Hz；

② 额定输入功率：1150W；

③ 微波输出功率：700W；

④ 烧烤功率：900W；

⑤ 微波工作频率：2450MHz；

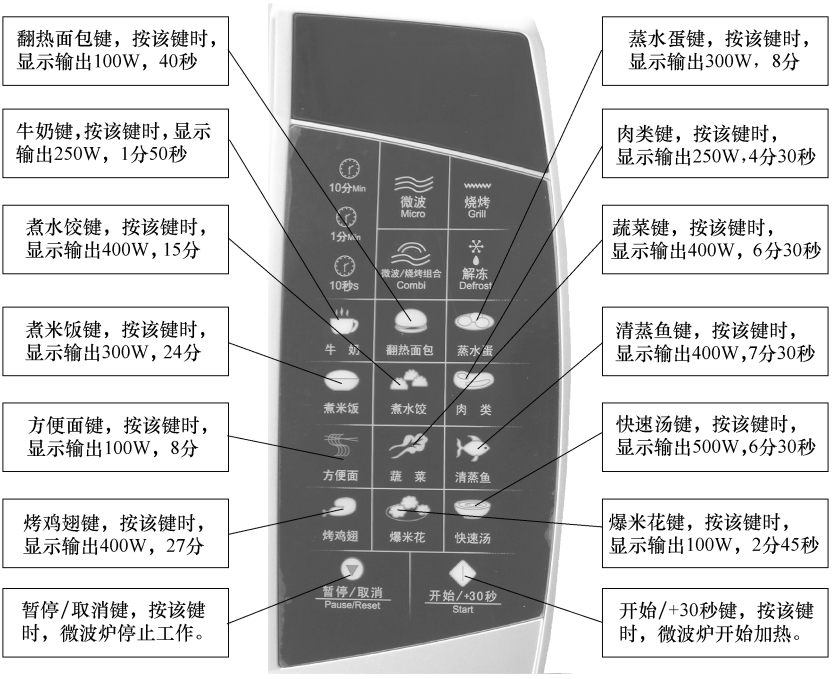


图 3-44　美的 KD20C-CF 型微波炉面板控制键实物图

⑥ 炉腔尺寸（mm）：305 × 314 × 218；
⑦ 容积：20L；
⑧ 转盘直径（mm）：ϕ245。
2）格兰仕 G8023CSL-K3 微波炉的一些主要技术指标有
① 额定电压及额定功率：220V/50Hz；
② 额定输入功率：微波 1300W，光波 850W；
③ 微波输出功率：800W；
④ 额定微波频率：2450MHz。
3）海尔 MH-2485EG 型微波炉的一些主要技术指标有
① 电源电压：AC220V/50Hz；
② 输入功率：1350W；
③ 微波输出功率：850W；
④ 烧烤功率：900W；
⑤ 振荡频率：2450MHz；
⑥ 炉腔容积：约为 24L。
4）格兰仕 WD750B 型微波炉的一些主要技术指标有
① 额定电压及额定频率：220V/50Hz；
② 额定输入功率：微波 1180W，烧烤 1050W；

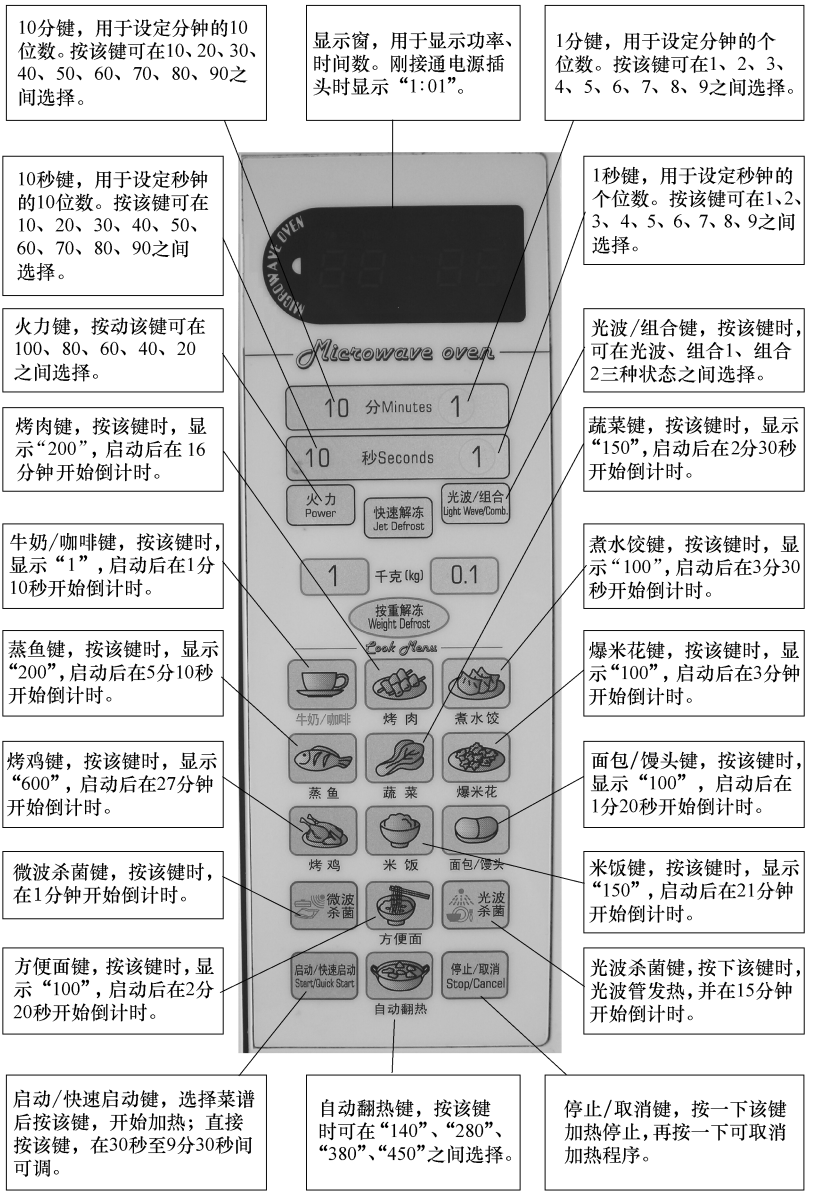


图 3-45　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉面板控制键实物图

③ 微波输出功率：800W；

④ 额定微波频率：2450MHz；

⑤ 内腔容量：23L。

5）格兰仕 WD800B 型微波炉的一些主要技术指标有

① 额定电压及额定频率：220V/50Hz；

② 额定输入功率：微波 1200W，烧烤 1050W；

③ 微波输出功率：800W；

④ 额定微波频率：2450MHz；

⑤ 内腔容量：23L。

6）格兰仕 WD900B 型微波炉的一些主要技术指标有

① 额定电压及额定频率：220V/50Hz；

② 额定输入功率：微波 1350W，烧烤 1050W；

③ 微波输出功率：900W；

④ 额定微波频率：2450MHz；

⑤ 内腔容量：23L。

2. 安全使用要点

安全使用要点主要是在微电脑控制式微波炉使用过程中的一些注意事项及保养要领。

（1）使用过程中的注意事项

1）烧烤加热或进行组合烹调时，切勿在机壳顶面上放置任何物件，特别是易燃器，严防火灾事故发生。

2）微波加热或组合加热时，切勿使用金属器皿或镶有金属边的器皿。常用器皿应是陶瓷材料的碗、碟或是耐热的玻璃器皿等。

3）在转波炉中，微晶玻璃盘上不能直接放置含晶体类的食品，如糖、盐等，否则会腐蚀微晶玻璃盘。

4）在转波炉中，与之配套的蒸锅仅适用于微波加热，禁止用于烧烤和组合烹调。

5）在微波烹调时，若被烹调食物的数量较少时，应将食物尽量放置在托盘中央，以便获得最佳烹调效果。

6）不要直接加热装在密封容器内的液体或其他食物，防止发生爆炸。

7）在进行烧烤时，可先进行组合烧烤，一段时间后，再进行光波烧烤，以使烹调效果更好，同时也可避免炉顶面铁壳过热。顶面铁壳过热时会引发热切断保护器的内置触头开关跳开。

8）在烧烤较薄的肉类或海鲜、面饼时，应随时进行观察，并在烧烤进行一半时间后，打开炉门小心翻转食物，以避免食物烧焦，影响炉腔内的清洁。

（2）清洁与保养

清洁与保养是安全使用微电脑控制式微波炉中的一个重要环节，在该环节若处理不当，会影响电脑板正常工作。

1）清洁前一定要把微波电源插头拔下，断开市网电压。

2）不要使用清洁剂及含有金属材质的清洁物品清洁炉门及炉腔。

3）不要用过湿的麻布擦拭微波炉外壳顶部，防止水滴落入电脑板电路，形成人为的短路事故。

4）保持炉门内部清洁，避免留有食物残渣，引起炉腔打火或产生异味，同时防止炉腔内生成锈斑。

二、检修要领

在微电脑控制式微波炉的故障检修中，能够掌握一些必要的检修要领，是十分必要的。这不仅是安全检修中的一些操作技能，同时也是维修成功的基本保证。对于微电脑控制式微波炉来说，除必须掌握机械式微波炉的检修要领（见第二章中的相关介绍）外，还要对微电脑板控制系统有一定的了解。

1. 注意事项及检修要点

（1）注意事项

在微电脑控制式微波炉的故障检修中，最为重要的第一件事情应是人身安全，严防微波辐射及高压电击等。有关安全措施的细节可参见第二章中的相关介绍，这里不再重述，仅对有关安全检修电脑板电路的注意事项做些简要说明。

1）安全检修电脑板电路。检修电脑板电路时，往往需要通电检测相关的电压。为防止微波辐射、加热管烫伤、高压电击等事故发生，在通电检查电脑板之前，应首先将微波加热系统、烧烤管、高压系统等电脑板的负载供电电路断开。如在格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中，可将下方标有“MAIN”字符的继电器输出端电极插头拔下。此输出端电极插头接有一根白色导线和一根蓝色导线，如图3-46所示。

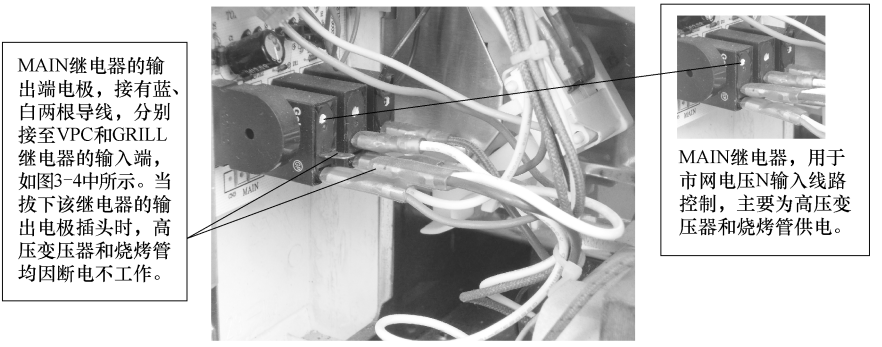


图 3-46　MAIN 继电器及输出端电极引线实物图

在图 3-46 中，MAIN 继电器的输出端电极接有的蓝色导线接至用于控制烧烤管的继电器（CRILL）输入端，白色导线接至用于控制高压变压器的继电器（VPC）输入端，同时又通过蓝色导线接至照明灯、风扇电动机、转盘电动机的输入电极，其电路原理图见图 3-4 所示。因此，在拔下 MAIN 继电器的输出端电极时，微波炉不工作，但通过 T01 插件电脑板仍有 220V 供电电压输入，此时便可对电脑板进行安全检测。

2）安全检修烧烤电路。在微电脑控制式微波炉中，烧烤电路故障时，常需检测加到烧烤管两端的电压，如图 3-47 所示。但在通电检测前必须断开高压供电电路，避免遭到微波辐射。其断开方法如图 3-48 所示。

3）绝对禁止微波辐射到人体。在拆壳维修时，为防止人体遭到微波辐射，拆壳后的第一件事必须是断开高压变压器的 220V 供电输入线路。如在格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中，在拆壳后应将电脑板上的 VPC 继电器输出电极插头（接有一

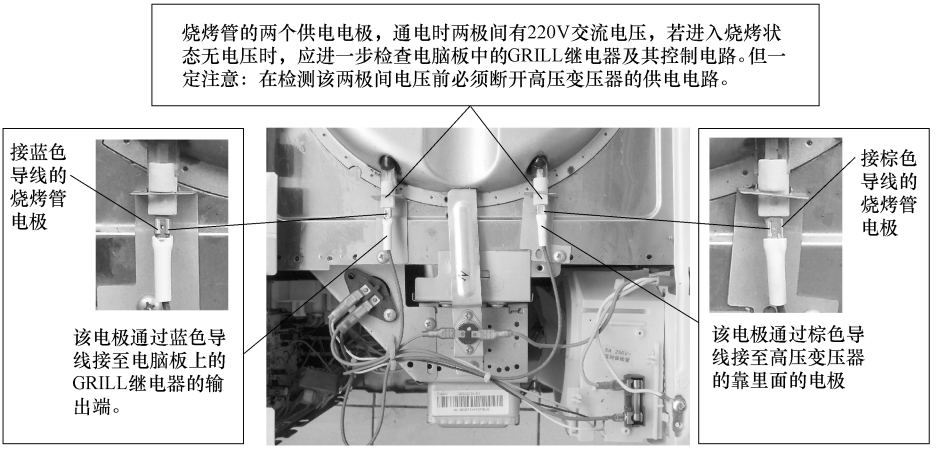


图 3-47　格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中烧烤管两端供电输入线路实物图

图 3-48　格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中高压变压器供电输入电极及外接导线实物图

根白色电线）拔下，如图 3-48 所示。

4）一定要避免烫伤事故发生。在检修微电脑控制式微波炉时，有时需要通电检查烧烤管两极间的工作电压。但在通电后，烧烤管会立刻发热，这对维修人员的身体很不利，稍有不慎就会造成烫伤事故发生。因此，为安全起见，可将两只烧烤管另一端的两极连接线拔下，如图 3-49 所示。

（2）检修要点

在微电脑控制式微波炉的故障检修中，除与机械式微波炉一样，禁止在磁控管通电的情况下进行检修及一些相同的检修要点外，还因有独立的电脑板电路，而有另一些检修要点。

1）在微电脑控制式微波炉无电不开机时，应注意检查微电脑板中低压电源变压器的输入、输出端电压，如图 3-50 所示。若低压电源变压器的输入端 220V 电压正常，而输出端无电压，则是低压变压器故障，此时应将变压器直接换新。

2）接通电源插头能听到蜂鸣器的“嘀”声，但电磁炉不加热，这时应注意检查电

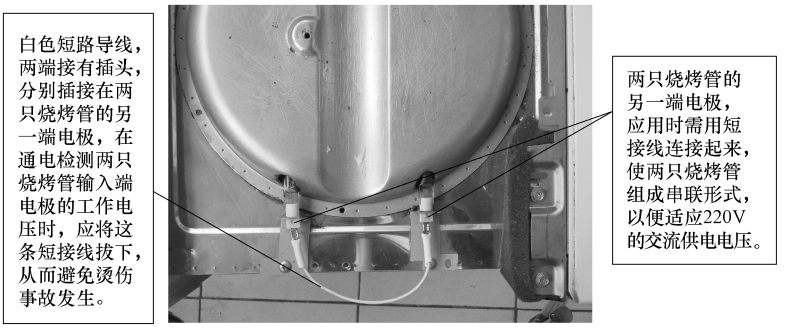
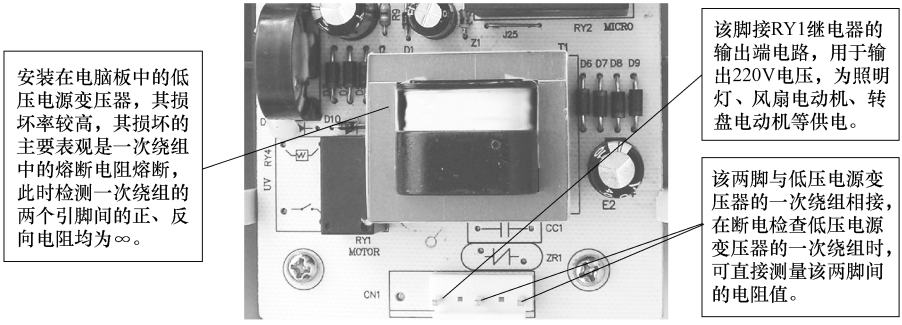
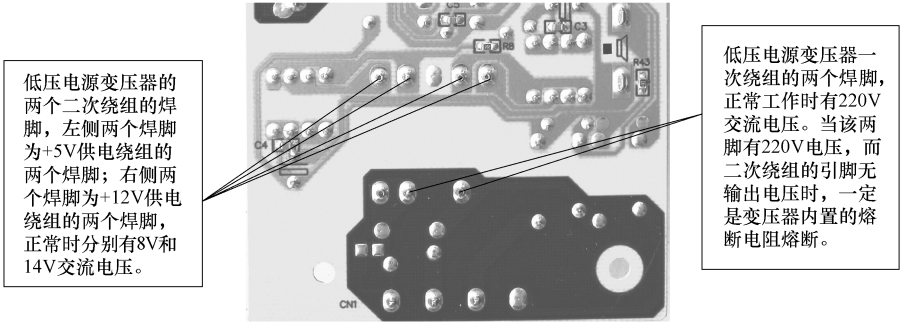


图 3-49　格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中
两只烧烤管的另两个电极间连接线实物图



a) 低压变压器实物安装图



b) 低压变压器引脚印制电路实物图

图 3-50　美的 KD20C-F 型微电脑控制式微波炉电脑板中
低压电源供电电路元器件实物图及引脚印制电路实物图

脑板电源输出继电器是否工作正常，如图 3-51 所示。当检查继电器不动作，而 +5V 和 +12V 电压又正常时，应进一步检查继电器的驱动电路。

3）通电时无蜂鸣器声，不开机，但检查 +5V 电压正常时，应注意检查微控制器的“三要素”。如在格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中，就主要是检查 U1（SH69P25K 0636-J 028KU N21A3）微控制器的㉑脚和㉒、㉓脚，如图 3-52 所示。在检

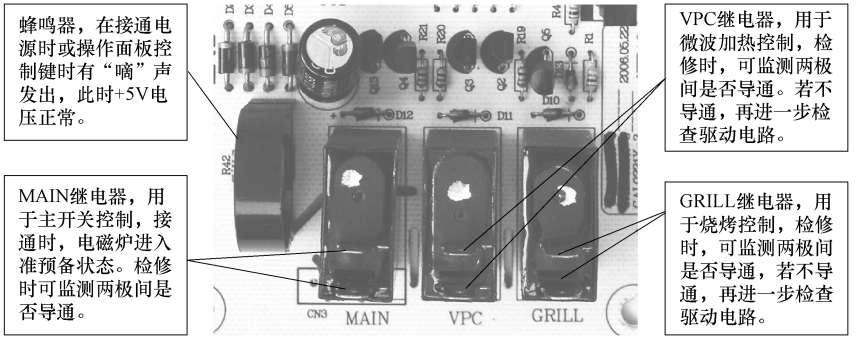


图 3-51　格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中电脑板上的继电器实物图

查时钟振荡器时，会引起停振，这一点在检修时应注意。

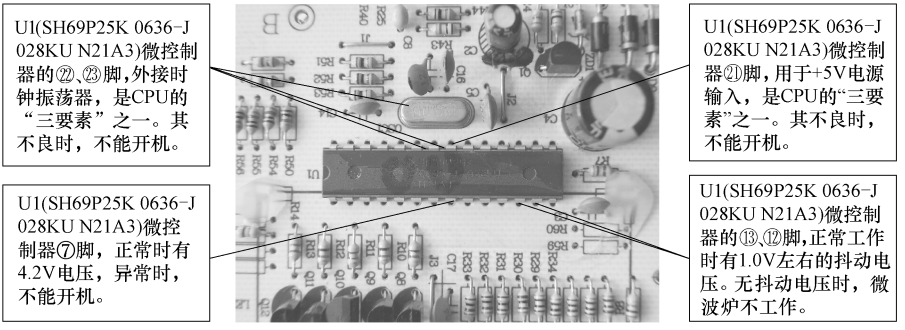


图 3-52　格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中的微控制器实物图

4）不能微波加热时，应注意检查电脑板中用于控制高压变压器供电线路的继电器是否正常。如在格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中，就主要是检查 VPC 继电器是否正常。如图 3-51 所示。

5）不能烧烤加热时，应注意检查电脑板中用于控制烧烤加热管供电线路的继电器是否正常。如在格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中，就主要是检查 GRILL 继电器是否正常。

2. 检修技巧及处理方法

在微电脑控制式微波炉的故障检修中，能够掌握一些检修技巧及处理方法，对正确判断故障原因及修复故障电路至关重要。但检修技巧往往是灵活多样的，特别是对电脑板的故障检修，更是依据不同的微处理器型号及其引脚的自定义功能而有不同的检修技巧，同时对故障点的处理方法也是因事而异。这就需要具体问题应具体分析。

（1）检修技巧

1）微电脑控制式微波炉有蜂鸣器的“嘀”声，但微波炉不加热的检修技巧。

在微电脑控制式微波炉中，有蜂鸣器的“嘀”声，说明微电脑板电路基本正常工作，此时微波炉不工作，一般是供电源控制电路有故障，检修时就主要是检查主开关继

电器输出电路。如美的 KD20C-CF 型微电脑控制式微波炉电脑板中的 RY1（MOTOR）继电器。检修时可在不拆下电脑板的情况下直接检测 RY1 继电器输出端引线根部、如图 3-53 所示。但在通电检测时必须将高压变压器的输入端插头拔下，以防止人体遭到微波辐射或高压电击。

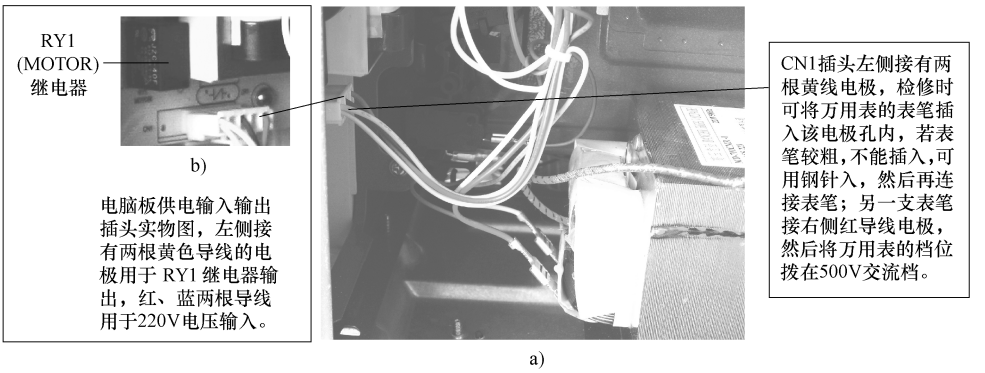


图 3-53　美的 KD20C-CF 型微电脑控制式微波炉中电脑板供电输入输出插头实物图

在接好万用表后，可接通电源并按下启动键，若此时，万用表指针无指示，则说明 RY1 继电器未接通，此时应拆下电脑板做进一步检查；若此时，万用表指针指示 220V 电压正常，则说明 RY1 控制输出正常，此时，照明灯应点亮，同时风扇和转盘也应转动。若此时不能微波加热，应重点检查高压供电电路。

2）不能微波加热的检修技巧。

在微电脑控制式微波炉中，若仅不能微波加热，则应重点检查高压供电电路。如格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉仅不能微波加热时，则应首先检查高压变压器的供电电压是否正常。但检查时应将高压变压器的输入电极拔下，然后再监测两个输入电极插头间的电压，监测时可并接一只白炽灯。若白炽灯点亮，则说明故障点在高压电路。其检修技巧如图 3-54 所示。但要注意：在通电检验前应将烧烤管的供电插头拔下，以避免烧烤管发热造成烫伤事故。

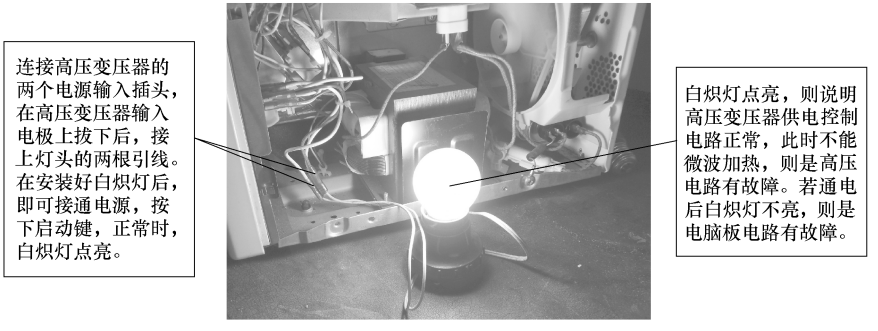


图 3-54　格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉
高压变压器供电电压检测技巧实物指示图

3）不能烧烤加热的检修技巧。

在微电脑控制式微波炉中，若仅是不能进行烧烤加热，则一般是烧烤管损坏或烧烤供电控制电路有故障。其检修技巧如图 3-55 所示。在通电检验前，必须拔掉高压变压器供电输入电极的插头，以避免遭到微波辐射。

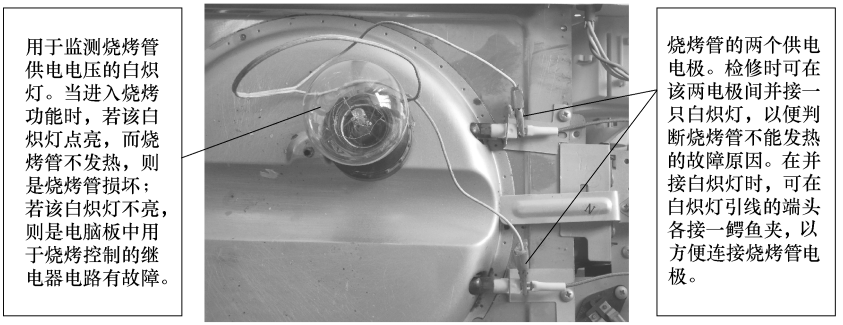


图 3-55　格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉烧烤管供电电压检测技巧实物指示图

4）电脑板独立检修技巧

在微电脑控制式微波炉中，电脑板的故障率较高，但常因缺少图样等技术资料，而有时不能顺利修复，特别是上门维修，有时显得更加困难。因此，在检修电脑板时就总要将电脑板拆下，对其进行独立检修。

在对电脑板进行独立检修时，常因不受门控联锁开关控制，而使微控制系统不能进入工作状态，因而就不能判断某些控制输出电路是否能够正常工作。如格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中，电脑板电路能够正常工作的必要条件是炉门关闭，门控第二联锁开关接通，将电脑板中的 B、Y 两点短接，使火力控制电路进入准预备状态，其电路原理图见图 3-3。

因此，在对电脑板进行独立检修时应掌握一定技巧，如对格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉的电脑板进行独立检修时就需将 B、Y 两点用导线短接，如图 3-56 所示。

在图 3-56 中，当将 B、Y 两点短接，并为电脑板供电时，Q5（2SC1815）的发射极接地，使火力控制电路进入准预备状态，此时启动微波加热功能，则 VPC（RY2）继电器接通，并有跳动声，用万用表的 R×1k 电阻档检测 VPC（RY2）继电器输入输出端的极间电阻值应为 0；若启动烧烤加热功能，则 GRILL（RY3）继电器接通，也有跳动声，用万用表 R×1k 电阻档检测 GRILL（RY3）继电器输入输出端的极间电阻值也应为 0；若启动组合烧烤功能，VPC（RY2）和 GRILL（RY3）两个继电器将同时导通，用万用表检测两个继电器输入输出端的极间阻值应均为 0。

在对电脑板进行独立检修时，为判断各功能控制电路是否正常，则需接通键盘扫描电路。因此，对于上门维修在将电脑板带回检修时，应将面板控制键盘一起拿走。

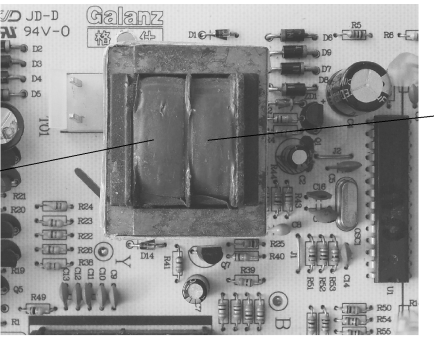
（2）处理方法

在微电脑控制式微波炉的故障检修中，能够掌握一些处理方法，是维修成功的基本

图 3-56　格兰仕 G8023CSL-K3 型电脑板独立检修技巧指示图

保证，特别是对电脑板进行维修时就显得更为重要。如在格兰仕 G8023CSL-K3 型微电脑控制式微波炉中，电脑板中的电源变压器的损坏率就较高，而在维修时又时常找不到与之相同的电源变压器，因而，这时就需要利用输出电压基本一致的电源变压器进行代换，其处理方法如图 3-57 所示。

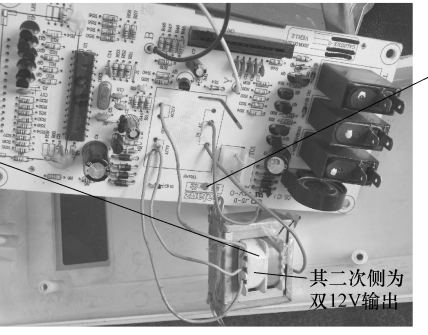
在电脑板故障维修中，因电脑板类型较多，电路中的元器件结构也不完全一致，维修时的处理方法也是随机灵活的。有关更多的处理方法，因篇所限，这里就不予多述。在本书第四章中，将结合故障检修实例仍会进行介绍。



电脑板中电源变压器的一次绕组，用于220V交流电压输入，内置过温过电流熔断电阻，其损坏率较高，若变压器的一次绕组完好，可拆开变压器将熔断电阻换新后继续使用。

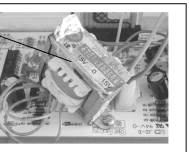
电源变压器的二次绕组，若仅是一次绕组烧坏，而二次绕组完好时，可重缠一次绕组，但性能不是很好。若二次绕组也损坏时，就只能将变压器换新，换新时若无相同型号变压器，可选择其他相同变压器代换。

a) 原电源变压器实物安装图



用于代换的电源变压器，其一次绕组的供电压为 220V，可将两端引线接入原变压器一次引脚的安装孔。二次绕组的两端侧引线分别接入原变压器两个二次绕组的安装脚;中间引线接入原二次绕组的另一个引脚安装孔。

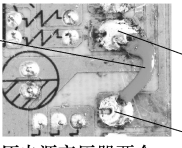
代换变压器



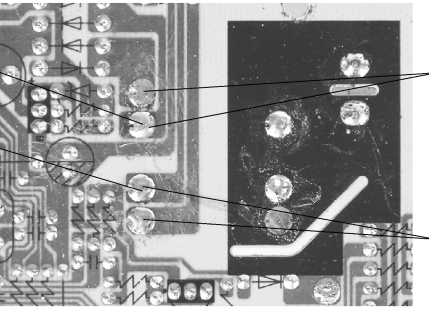
在用于代换的电源变压器引线连接完毕，并试验成功后，可在印制电路板边缘找一合适的空地后，打一个小孔，用螺钉将代换变压器固定见上图。

b) 用于代换的电源变压器实物组装图

短接线



原电源变压器两个一次绕组的焊脚，在用图b)中的代换变压器时，可用导线将该两焊脚接通，用于连接代换变压器二次绕组的中间引线。



原电源变压器7V绕组的两个焊脚，代换时与代换变压器二次绕组的一个边侧引线和中间引线相接，输出电压约为7V。

原电源变压器11V绕组的两个焊脚，代换时与代换变压器二次绕组的另一边侧引线和中间引线相接，输出电压约为12V。

c) 电源变压器引脚印制电路处理指示图

图 3-57　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉电脑板中电源变压器代换处理示范图

第四章　故障分析

微波炉的故障检修是一件说起来容易，做起来不容易的事情。首先，不管是机械式微波炉还是微电脑控制式微波炉，都有一个防止微波辐射的安全问题。因此，在微波炉的故障检修过程中，不能随便通电检查，但在实践检修中，又总需要通电检测。这是微波炉故障检修中的一个难点。特别是微电脑控制式微波炉，因有电脑板电路，相对机械式微波炉的检修难度就显得更大一些，其主要难点如下：

1）微控制器集成电路内部烧录有自编程软件，使其引脚功能为自定义，故不能随意更换。更换时，必须保持与原版本号一致，而与原版本号相同的微控制器集成电路在市场中又不易找到。

2）没有随机电路原理图，对微控制器的引脚使用功能及接口电路的工作原理不方便了解，更不利于对故障原因进行分析判断。因此在必要时，就只能依据实物绘制出电路原理图，而依据实物绘制电路原理图又是很不容易的。

3）不能轻易在通电状态下对电脑板进行电压、电流检测，故不易发现故障时所反映的一些症结，一时难以找到故障点及故障的引发原因。

为解决疑难，帮助社会维修人员及初学者能够安全地修复微波炉，本章将针对微波炉的一些固有特点，通过一些具有代表性的故障检修实例，来具体分析故障产生的原因，及如何运用电阻测量法和必要的电压测量法去判断故障范围及损坏的元器件。此外，本章还将给出与故障相关联的电路原理图和实物图，使故障分析与检修技巧能够图文并茂，以便维修人员在实践中摸索经验、了解原理，起到触类旁通、举一反三的作用。同时，本章还指出了必须注意的一些事项，以保证维修人员的人身安全。

一、格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉不能加热，照明灯不亮，风扇和转盘也都不能转动

故障分析与检修：格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉是一种机械式微波炉，当其不能微波加热，且照明灯不亮、风扇和转盘也都不能转动时，可首先检查供电电源输入插头两极间是否有导通阻值（在测量电源插头两极间阻值时，需拧动定时器旋钮）。经检查，结果电源插头两极间的正、反向电阻值均为∞。因而说明机内的供电源输入线路或门控开关、过热切断保护器等有开路性故障。这时需拆壳后，首先检查供电源输入线路，其实物如图 4-1 所示。经直观检查，发现 8A/250V 延时熔断器呈焦黑状烧断，将其换上新品后又重复烧断，因而说明机内有短路性故障。

根据先易后难的原则，也是因为方便，这时可将门监控开关的输入端接有红色导线的电极拔下，如图 4-2 所示。然后再换上 8A/250V 延时熔断器进行通电试验（此时必需扣上外壳），结果电磁炉恢复正常工作。因而说明门监控开关有故障，这时应将其直接换上新品，换上新品后故障彻底排除。

小结：在机械式微波炉中，门监控开关不良引起电源熔断器烧断的故障现象比较常

图 4-1　格兰仕 WP700 型微波炉中供电电源输入线路实物图

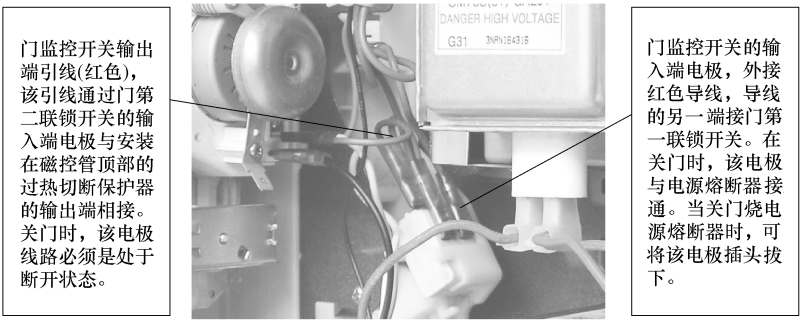


图 4-2　门监控开关及外接引线实物图

见，其故障原因主要是门监控开关的轻触键不灵敏。检修时，应将其直接换上新品，不宜将其处理后再用。

另外，在检查门监控开关进行通电实验时，若不扣机壳，则必须断开高压变压器的供电输入电极，以避免人体遭到微波辐射。

二、格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉无电

故障分析与检修：根据检修经验，首先检测电源插头两极间的电阻值为∞，但检查电源熔断器正常，因而说明机内电源输入线路有开路性故障。根据该机电源输入线路的特点，这时应注意检查安装在磁控管上面的过热切断保护器，如图 4-3 所示。

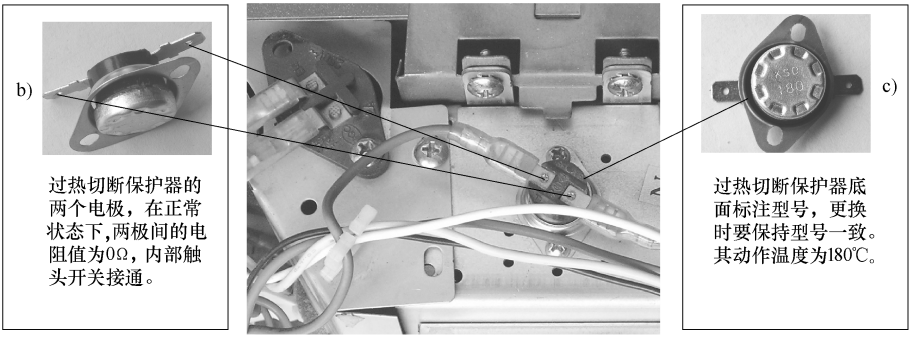


图 4-3　安装在磁控管顶面上的过热切断保护器实物图

经检查，过热切断保护器两极间正、反向电阻值均为∞，因而说明过热切断保护器呈开路性损坏。将其换上新品后，故障排除。

小结：过热切断保护器主要用于磁控管过热保护，其动作温度一般是在 120 ~ 145℃，但在该机中，安装在磁控管上的过热切断保护器底面标称值为 180℃，如图 4-3 所示。

在图 4-3 中，过热切断保护器是一种内含动触头开关和冷热金属片的低压断路器，如图 4-4 和图 4-5 所示。当被监测的工件，如磁控管表面温度过高且超过保护器的温度值时，其内部的凹形冷热金属片鼓动，凹面变为凸面，使动触头开关断开，起到保护作用；当工件温度降到保护器的温度值以下时，凹形冷热金属片又鼓动回自然状态，动触头开关自动闭合。因此，当过热切断保护器内部的冷热金属片失效时，将失去翻动功能，动触头开关处于常闭或常开状态。处于常闭状态时，将失去保护作用，而处于常开

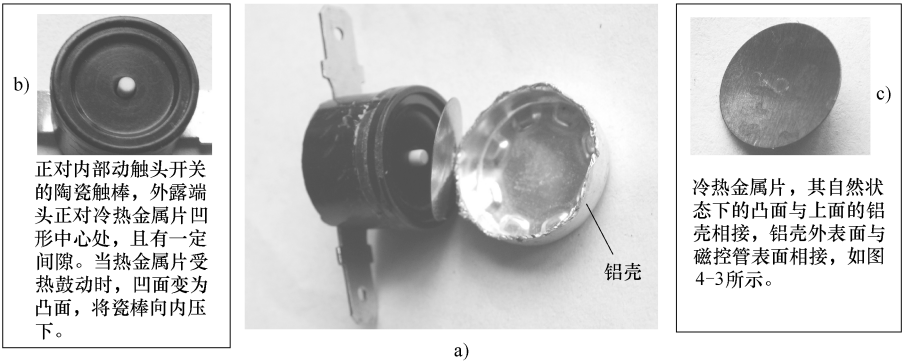


图 4-4　过热切断保护器实物图

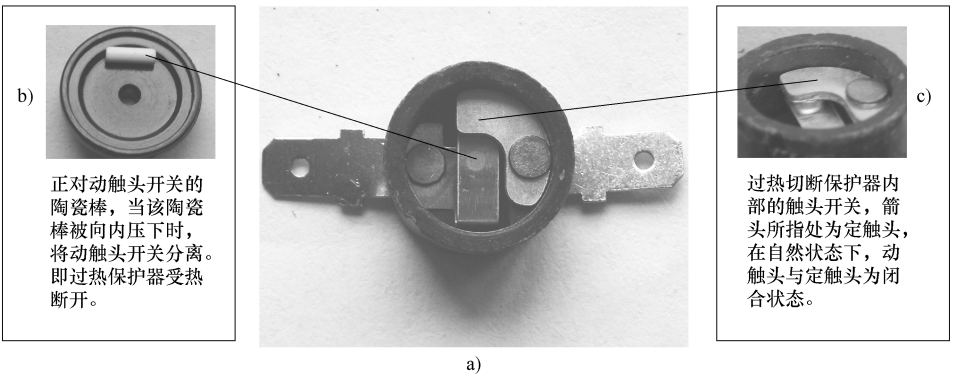


图 4-5　过热切断保护器内部触头开关结构实物图

状态时，电路不能接通，此时就只能将过热切断保护器换上新品。换为新品时，要保持与原型号的标称值一致。

三、格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉不能微波加热，但风扇、转盘都能转动，照明灯也能点亮

故障分析与检修：在格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）机械式微波炉出现仅不能微波加热，而其他功能电路都能正常工作的故障时，可首先用白炽灯监测供给高压变压器的电压是否正常，如图 4-6 所示。但经检测，白炽灯能够点亮，因而说明高压电路有故障。这时应进一步检查高压电路。检修时，可首先拆开高压熔断器外壳，结果其内部的高压熔断器已呈焦黑状烧坏，如图 4-7 中所示。因而说明高压输出电路中有短路性损坏元器件。

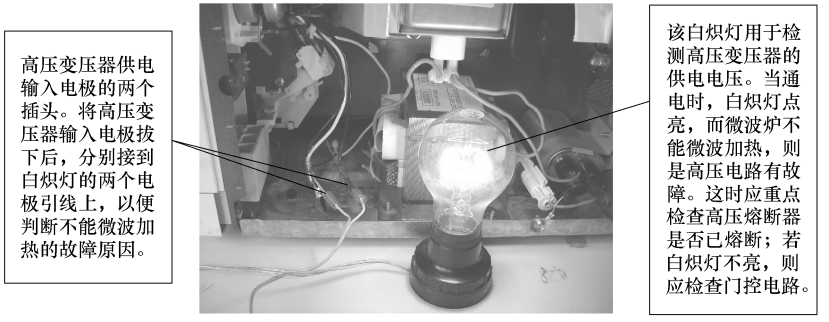


图 4-6　格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉高压变压器供电压检测实物图

经进一步检查，最终是高压二极管损坏，如图 4-8 所示，将其换上新品后，故障排除。

小结：在微波炉的故障检修中，可用万用表的 R×1k 档在线检测高压二极管，以判断高压二极管是否正常。高压二极管的反向阻值总是很高。用 R×1k 电阻档测量时，总表现为∞。因此，检查时，只要其反向阻值有所表现（用 R×1k 档测量），就说明高

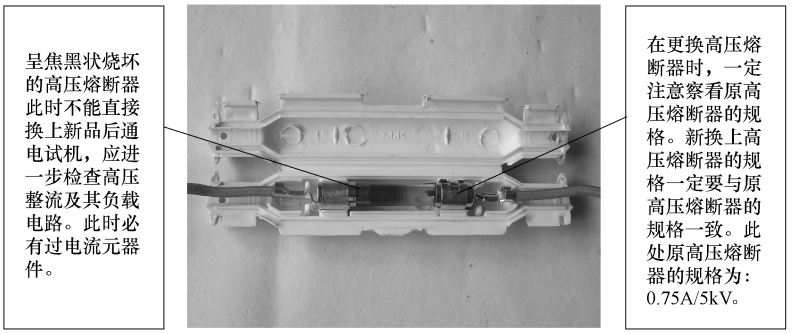


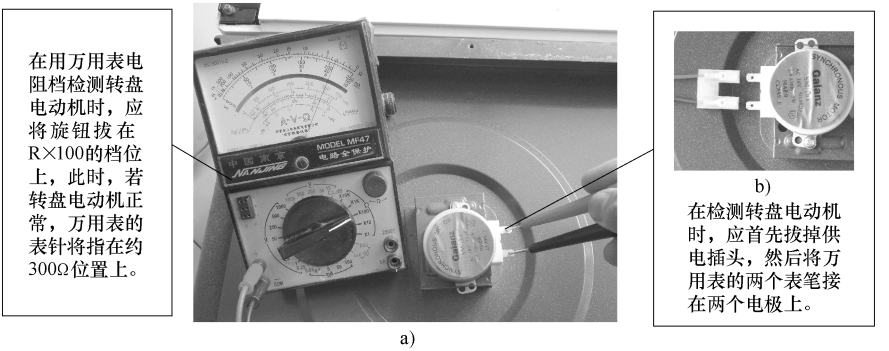
图 4-7　格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉中呈焦黑状烧坏的高压熔断器实物图

图 4-8　格兰仕 WP700 型（货号：P7021TP-6）微波炉高压二极管实物图

压二极管反向漏电，此时就必须将其换为新品。

四、格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉转盘不转

故障分析与检修：转盘不转，而照明灯仍点亮时，一般是转盘电动机损坏。检修时，可直接检测转盘电动机的两极间电阻值，如图 4-9 所示。



a)

图 4-9　格兰仕 WP700 TL23-K1 型微波炉转盘电动机检测

经检查，发现转盘电动机两极间的正、反向电阻值为∞，而正常时，应约为 300Ω，因而说明转盘电动机的内部线路已呈开路性损坏。将其换上新品后，故障排除。

小结：转盘电动机的规格比较多，就其供电电压而言，有 AC220V 和 AC30V 之分，就输出功率来分，有 3W 和 4W 之别。因此，在更换转盘电动机时，既要注意工作电压，又要考虑输出功率，以满足转盘的工作需要。

五、格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉加热一段时间后自动停机，但凉机后又能启动加热

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，可初步判断本例故障是机内过热切断保护器自动保护的一种现象。检修时，应首先注意检查安装在磁控管顶部的过热切断保护器，如图 4-10 中所示。

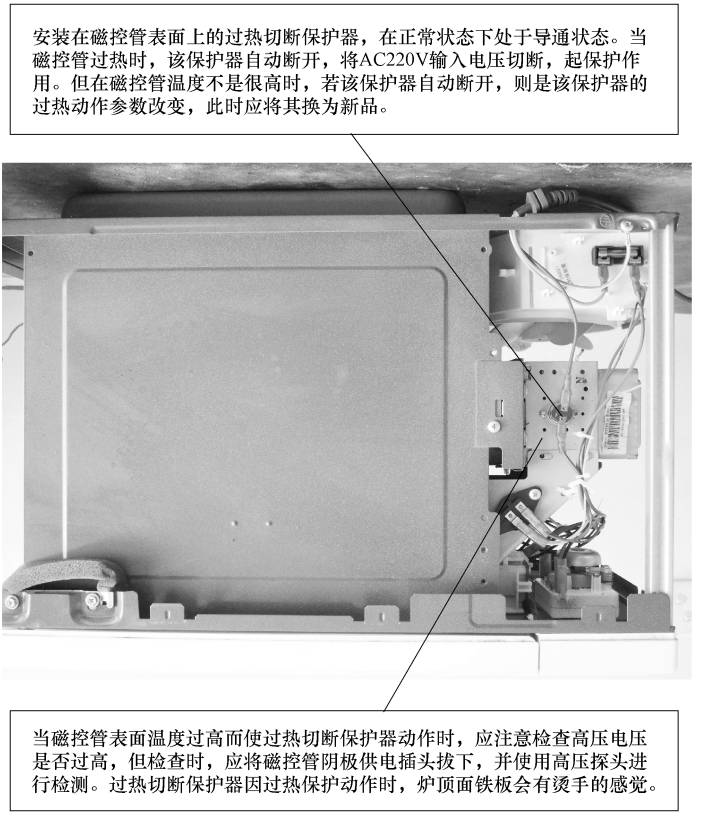


图 4-10　格兰仕 WP700 TL23-K1 型微波炉顶面电路实物图

在检测过热切断保护器是否正常时，可将过热切断保护器拆下检查。检查时，可将万用表的两个表笔接在过热切断保护器的两个电极上，并将万用表的电阻档位拨在 R×1k 档，使表针指向 0，然后用高功率电烙铁接触过热切断保护器的铝壳表面。若温度刚一上升，万用表的表针就跳回到∞，则说明该过热切断保护器不良，已不能再使用。

经检查，过热切断保护器已不良，将其换为新品后，故障排除。

小结：过热切断保护器有一定的温度参数，在不同的使用环境中，也有不同的要

求，以适应具体电路的工作需要，故一旦过热切断保护器的参数改变或不良，就会产生误动作，从而使受控电路停止工作，并处于保护状态。如果风扇不转或产生的风量不足，会使磁控管温度升高，进而使过热切断保护器保护动作。因此，在过热切断保护器自动断开的故障检修中，应注意区别是误动作还是保护动作是十分重要的。但为节省时间，若手头中有相同规格的正品过热切断保护器，则可将其直接换上试一试。

六、格兰仕 WP700TL23-K1 型微波炉不能加热，但有“吱、吱”的打火声

故障分析与检修：首先应注意观察，在接通电源，拧动定时器旋钮时，有“吱、吱”的打火声发出，但微波炉不能加热，炉灯也无规律地闪亮，且亮度较暗。根据检修经验，可初步判断机内线路有接触不良现象。这时应拆壳注意观察产生打火的部位。拆壳后的第一件事必须是将高压变压器供电输入端的电极插头拔下，以防止人体遭到微波辐射或高压电击。

经通电观察，发现打火声是从定时器内部发出的，因而说明定时器内部的触头开关接触不良，但此时应首先检查定时开关的引脚电极，如图 4-11 所示。

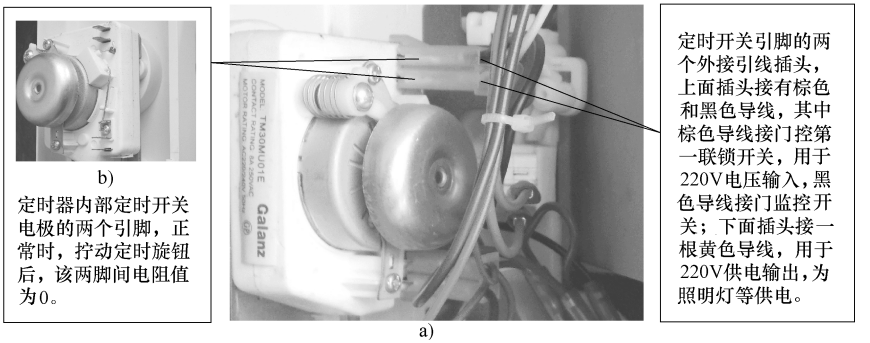


图 4-11　定时器内部开关电极引脚实物图

经检查，发现定时开关的两引脚间的正、反向阻值均很高，约为 300kΩ，因而说明定时开关的触头表面已烧焦，如图 4-12 所示。此时应将定时器直接换为新品。但在应急情况下（如手头没有定时器，而又一时不能买到），可将定时器中的定时开关触头进行处理后（主要是用铁锉将触头表面挫新）继续使用。

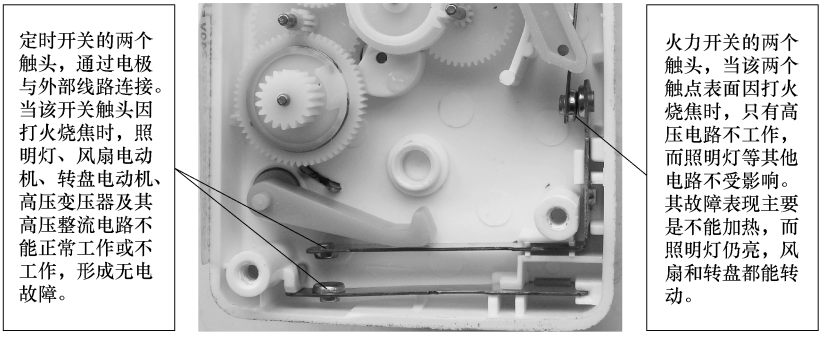


图 4-12　定时器内部触头开关实物图

小结：在定时器内部，开关触头表面常做一些特殊处理（如镀银），以延长触头开关的使用寿命，避免因打火烧蚀触头表面，使开关导通电阻值增大，影响电路正常工作。对烧焦触头表面进行处理后，其触头的耐用时间不会很长，经多次打火后，又会重复故障。因此，在应急情况下，对开关触头的处理方法只是权宜之计。

七、格兰仕 WP800 型（货号：WP800T）微波炉不能加热，但其他功能正常

故障分析与检修：根据检修经验，可初步确认仅是磁控管及高压供电电路有故障，但初步检查高压变压器一次供电电压 AC220V 正常，再检查高压产生电路元器件也未见异常，这时可小心拔下磁控管灯丝阴极供电插头，并注意检测磁控管两极间的电阻值。经检查，磁控管两极间有正常的 0.01Ω 阻值，再观察磁控管发射天线良好，检测灯丝电压也基本正常（约为 3.5V）。因而判断磁控管损坏，如图 4-13 所示。

图 4-13　格兰仕 WP800 型（货号：WP800T）微波炉中磁控管及其供电源插头实物图

将磁控管换为新品后，故障排除。

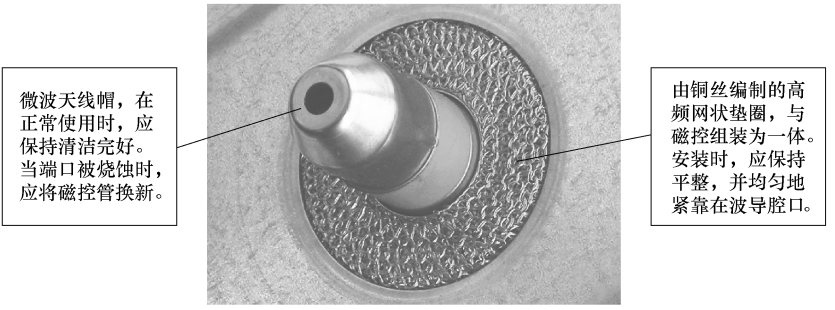
小结：磁控管是一种真空管，只有灯丝阴极有导通回路，可用电阻档测量加以检验；而磁控管的阴极与阳极之间呈真空状态，测量电阻值为∞，故不能用电阻检验法进行检测判断。当不能微波加热，而供电源电路又都正常时，应将磁控管直接换为新品试一试。

八、格兰仕 WP800 型（货号：WP800T）微波炉启动加热时有噪声，但很快有烟从机壳缝中冒出，随即通过炉门窗看到炉腔内有喷火现象

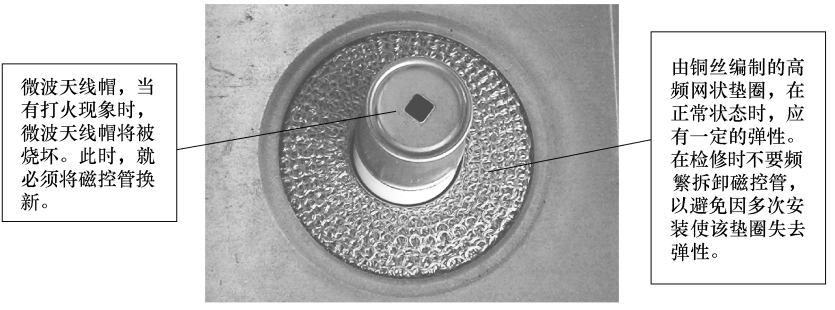
故障分析与检修：根据故障现象和检修经验，可初步判断是磁控管发射天线有短路故障。此时禁止再通电检验，应拆壳对磁控管进行检查。

经检查，磁控管发射天线的端口已严重烧蚀，波导腔口的石英挡板中间烧焦，且有直径约为 1cm 的透孔。将磁控管和波导挡板同时换新后，故障排除。

小结：在微波炉中，磁控管发射天线端口出现烧蚀的故障比较多见，检修时应将磁控管拆下检查。在正常情况下，磁控管发射天线端口应清洁光滑，若稍有不良就应将其换新。磁控管发射天线端口有多种不同形式（见图 4-14），维修更换磁控管时，应尽量保持一致。



a) OM75S(31)GAL01型磁控管发射天线实物图



b) 2M167B-M35型磁控管发射天线实物图

c) 2M253K(JT) 型磁控管发射天线实物图

图 4-14　几种常见微波发射天线实物图

九、格兰仕 WD750B 型微波炉无规律地自动关机

故障分析与检修：格兰仕 WD750B 型是一种微电脑控制式微波炉，当其出现无规律自动关机时，应首先注意检查电脑板中的微控制器及其一些主要引脚的在线电阻值，以便进一步判断故障的产生原因，如图 4-15 所示。

经检查，最终在更换 4.194303MHz 振荡器后，故障排除。

小结：在图 4-15 中，4.194303MHz 振荡器并接在 IC01（TMP47C400BN-RH31）微控制器的㉛脚和㉜脚，主要为微控制器提供基准时钟频率。其不良时会引起不开机或开

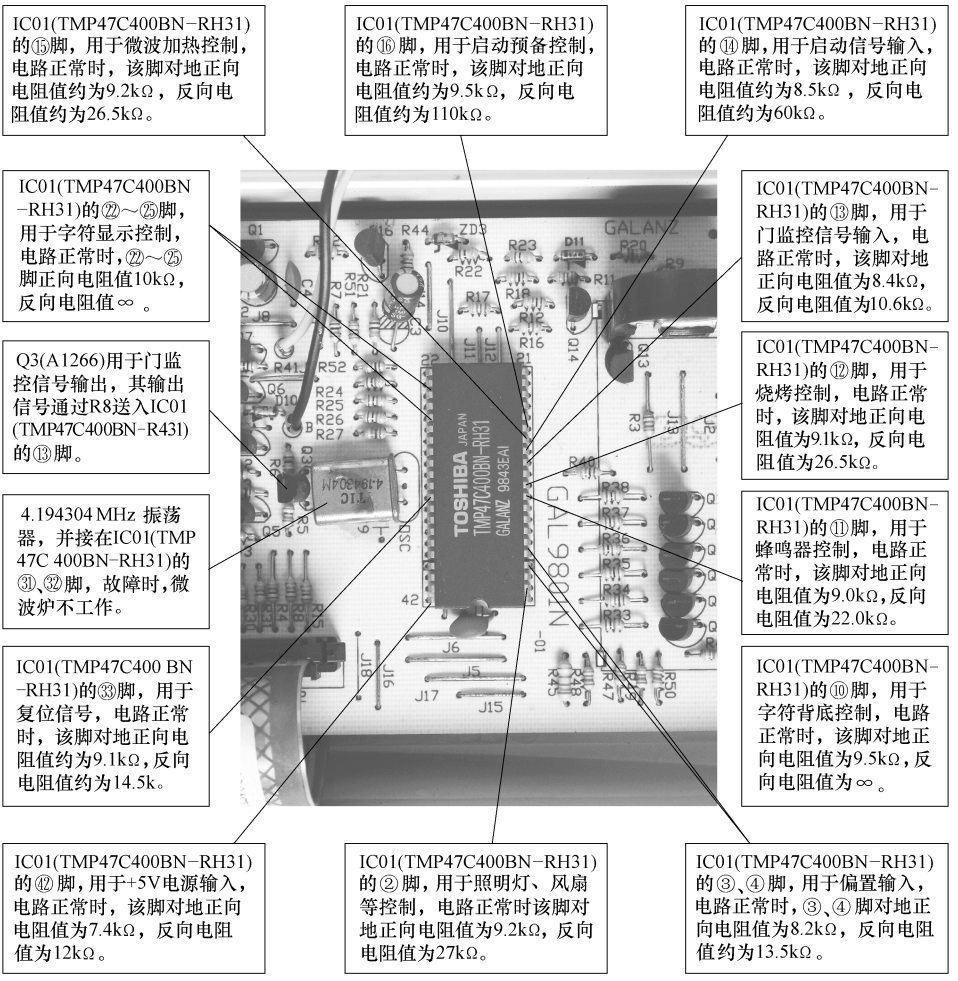


图 4-15　格兰仕 WD750B 型微波炉中微控制器实物及主要引脚功能指示图

机后无规律自动关机等故障。如检修时仅用万表用的电阻档不能判断其是否好坏，可将其直接换新一试。

十、格兰仕 WD750B 型微波炉不能开机，但低压电源正常

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，可初步判断故障原因是在电脑板电路，检修时应首先检查微控制器的“三要素”（+5V 电压、时钟振荡、复位）。经检查，最终是 ZD3（5.3V）稳压二极管呈开路性损坏，将其换新后，故障排除。其实物如图 4-16 中所示，电路原理图如图 4-17 所示。

小结：在图 4-16 中，ZD3（5.3V）稳压二极管与 Q16 组成复位电路，主要为 Q16 的基极提供基准电压。当 ZD3 呈开路性损坏时，Q16 将始终处于截止状态，故复位功能失效，微波炉不能开机。

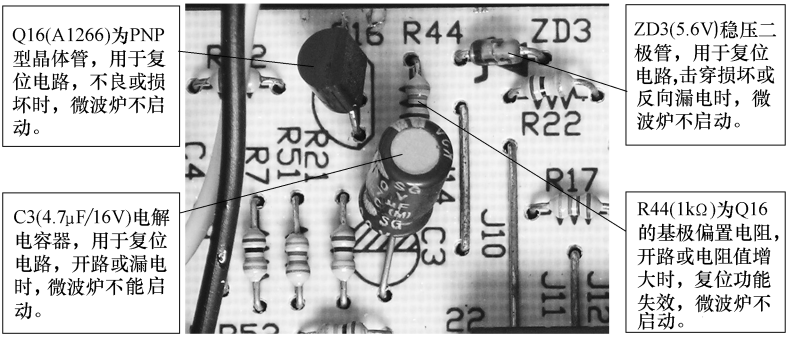


图 4-16　格兰仕 WD750B 型微波炉电脑板中的微控制器复位电路实物图

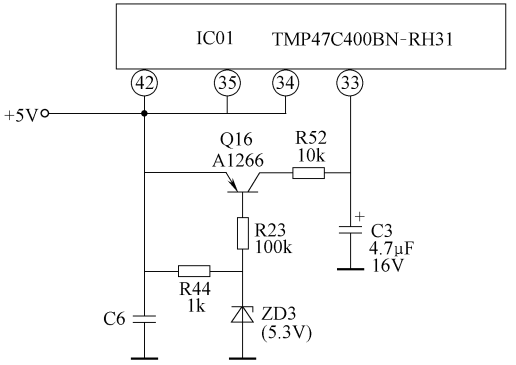


图 4-17　格兰仕 WD750B 型微波炉电脑板中微控制器复位电路原理图

十一、格兰仕 WD750B 型微波炉不能烧烤加热

故障分析与检修：在格兰仕 WD750B 微波炉中，烧烤加热是由 RY2 继电器和 Q5（A1266）及 Q6（A1266）等进行控制的，其实物如图 4-18 所示，电路原理如图 4-19 所示。烧烤控制与微波控制都与 Q6 有一个共同的连带关系，即烧烤与微波能够实施控制的先决条件必须是 Q6 首先导通。因此，在该微波炉不能进行烧烤加热时，应注意观察微波加热是否正常，以进一步判断故障的产生部位。

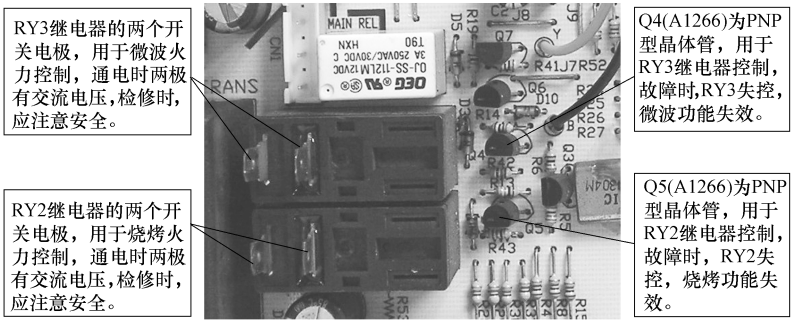


图 4-18　格兰仕 WD750B 型微波炉中火力控制元器件实物图

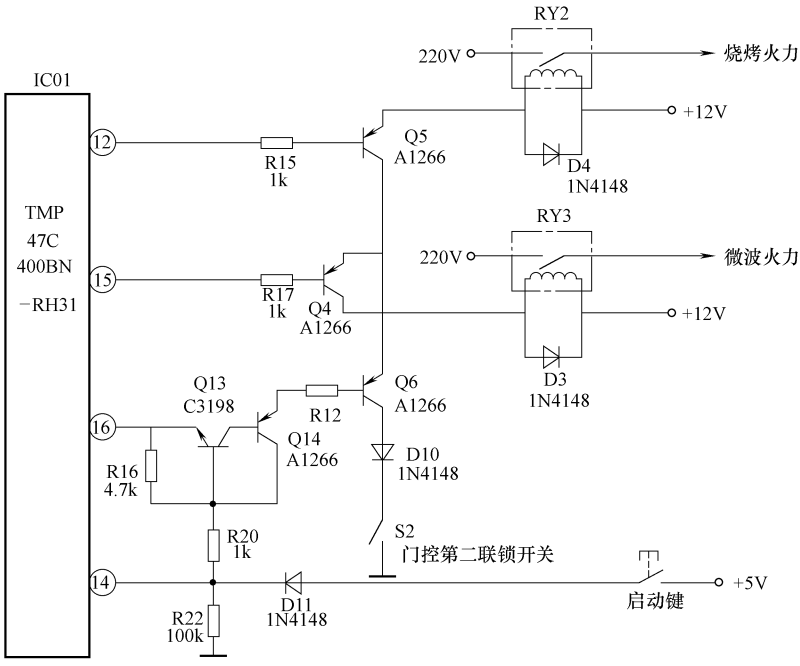


图 4-19　格兰仕 WD750B 型微波炉中火力控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

经初步检查，微波加热正常，仅烧烤不能加热。因此，这时应重点加热烧烤管、Q5 及 IC01（TMP47C400BN-RH31）⑫脚控制电路。经检查烧烤管正常，IC01⑫脚也有高/低转换电平输出。因而判断仅是烧烤控制电路有故障。

经进一步检查，最终是 RY2 继电器损坏。将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-18 中，RY2 和 Q5 组成烧烤控制电路，在 IC01⑫脚输出低电平烧烤指令时，Q5 导通，RY2 继电器内部的触头开关导通，烧烤功能进入。当 RY2 损坏时，烧烤不加热。

RY2 损坏的常见原因一般是内部开关触头烧焦。维修时应将其直接换新。

十二、格兰仕 WD750B 型微波炉微波、烧烤均不加热，但显示窗有字符显示

故障分析与检修：根据检修经验及故障现象可初步判断，供给微控制器的 +5V 电压及供给显示窗的 +12V 电压均是正常的。这时微波、烧烤均不能加热的故障原因主要是微波、烧烤控制电路，或是其供电源电路有故障。检修时，根据检修经验应首先注意检查电脑板中的低压电源电路是否均正常，其电路中的主要元器件实物如图 4-20 所示，电路原理图如图 4-21 所示。

经检查，最终是 ZD2 击穿损坏，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-21 中，ZD2 为 12V 稳压二极管，为 Q2（C3198）基极钳位，并与 Q2 组成 12V 稳压器，为微波烧烤火力控制电路供电。因此，当 ZD2 击穿时，Q2 截止，火力控制电路不工作。火力控制电路原理图见图 4-19。

十三、格兰仕 WD750B 型微波炉无电，显示窗无任何显示

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，可初步判断整机供电源电路有故障，

图 4-20　格兰仕 WD750B 型微波炉电脑板中低压电源电路元器件实物图

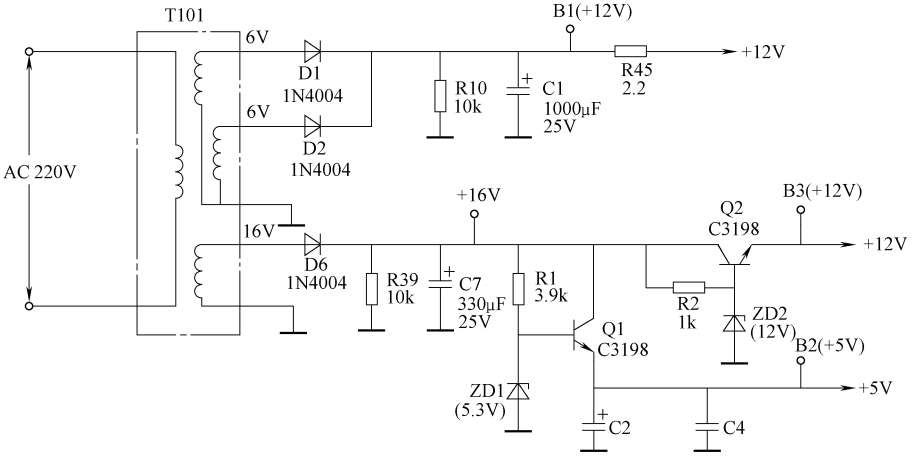


图 4-21　格兰仕 WD750B 型微波炉电脑板低压电源电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

但检查 8A/250V 延迟熔断器正常，因而判断故障点应在电脑板电路中。这时应进一步检查电脑板中的低压电源电路。

经进一步检查，最终是 ZD1 反向漏电，将其换新后故障排除。其实物如图 4-22 所示，电路原理见图 4-21。

小结：在图 4-22（或图 4-20）中，ZD1 为 5.3V 稳压二极管，它与 Q1（C3198）等组成 +5V 稳压输出电路，主要为微控制器及其控制电路供电。因此，当 ZD1 反向漏电或击穿损坏时，Q1（C3198）将处于截止状态，无 +5V 电压输出，微控制器不工作，故整机表现为无电状态。

十四、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉无电，显示屏无字符显示

故障分析与检修：格兰仕 G8023CSL-K3 型是一种微电脑控制式微波炉，当其出现无电，且显示屏无字符显示时，一般是电脑板电路有故障，但检修时还需检查一下电源熔断器是否正常。经检查，电源熔断器正常，再检查电脑板中的 +5V 电压为 0V，但 +12V电压正常，因而判断 +5V 稳压输出电路有故障。

在格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉电脑板中，+5V 稳压输出电路主要由 Q1

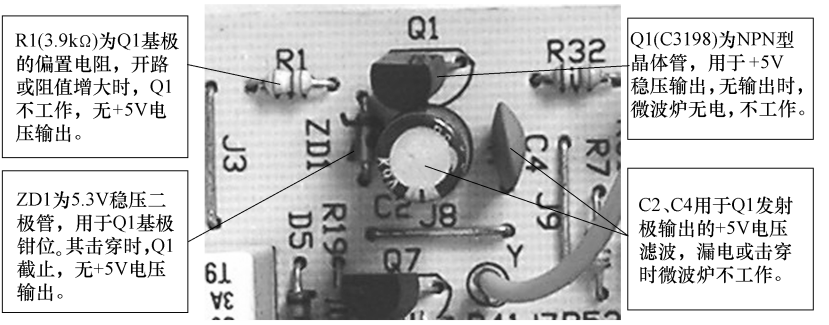


图 4-22　格兰仕 WD750B 型微波炉电脑板中 +5V 稳压电路元器件实物图

(2SC1815)、ZD1（5.6V)、C2（100μF/16V）等组成，其实物如图 4-23 中所示，电路原理图如图 4-24 所示。

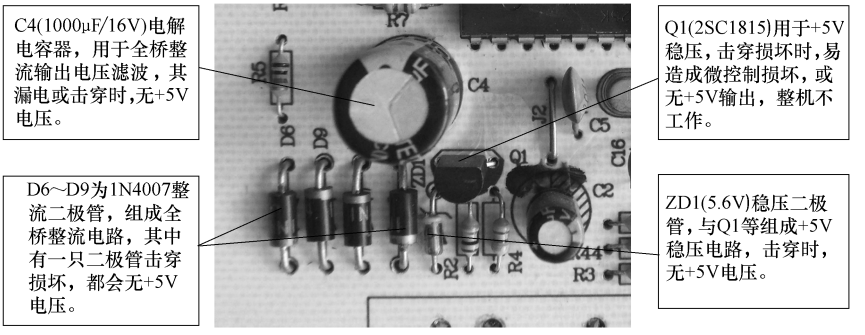


图 4-23　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉电脑板中 +5V 稳压电路元器件实物图

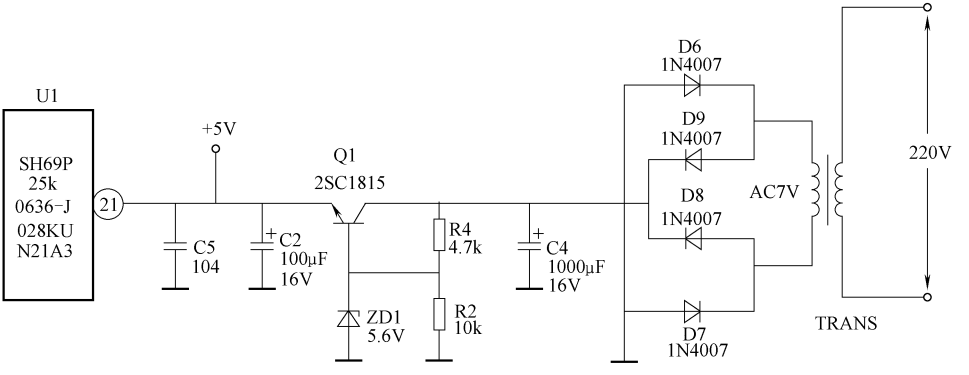


图 4-24　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉电脑板中 +5V 稳压电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

经进一步检查，最终是 ZD1 反向严重漏电，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-23（或图 4-24）中，ZD1 为 5.6V 稳压二极管，它与 Q1 等组成 +5V 稳压电路，主要为 Q1 的基极提供基准电压，使 Q1 发射能够输出稳定的 +5V 电压。因此，当 ZD1 击穿损坏时，Q1 截止无 +5V 输出，微波炉呈现无电状态。

十五、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉控制功能正常，但不能加热

故障分析与检修：在格兰仕 G8023CSL-K3 微波炉中，其控制功能正常，则说明 +5V 稳压电源及微控系统基本是正常的，而此时不能加热，则应注意检查火力控制电路及其供电电压。结果发现火力控制继电器初级焊脚电压仅有 4.7V。正常时应有 12V。这时再进一步检查 +12V 整流输出电路，发现 C1 顶部凸起，并有漏液痕迹，将其焊下检查已严重漏电。将其换新后，故障排除。其实物如图 4-25 所示，电路原理图如图 4-26 所示。

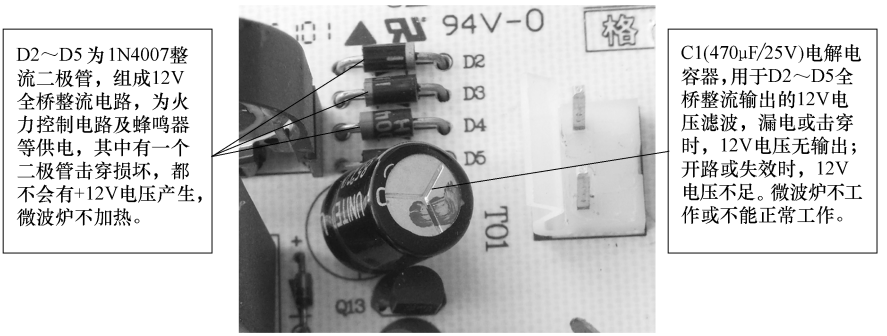


图 4-25　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉电脑板中 +12V 整流输出电路元器件实物图

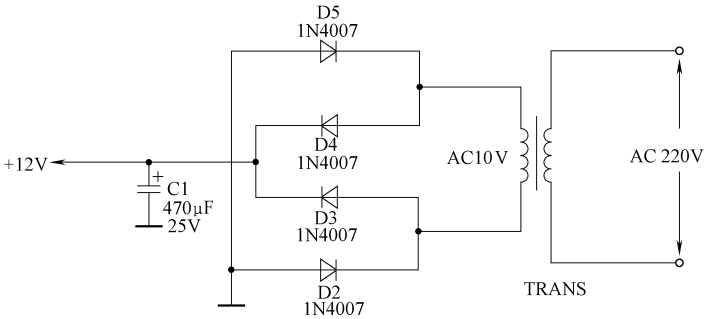


图 4-26　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉电脑板中 +12V 整流输出电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

小结：在图 4-25（或图 4-26）中，C1 为 470μF/25V 电解电容器，它与 D2 ~ D5（1N4007）组成 12V 整流滤波输出电路，主要为微波火力、烧烤火力控制电路及蜂鸣器等电路供电。当 C1 或 D2 ~ D5 不良或损坏时，微波炉不加热，同时也无蜂鸣声。

十六、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉火力控制不顺畅，有时不能启动加热

故障分析与检修：在格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中，火力控制不顺畅，有时不能启动加热的故障原因比较复杂，所涉及的电路元器件也比较多，但其故障主要是在电脑板中。因此，检修时可首先注意检查电脑板电路。

在电脑板电路中，微波火力和烧烤火力均是由各自的继电器控制电路进行控制的，但继电器控制电路必须是在关闭炉门后首先进入准预备状态，才能够在微控制器的控制下进行微波加热、烧烤加热或组合加热。因此，在微波炉火力控制不顺畅，且有时不能启动加热时应重点检查准预备控制电路，其电路元器件实物图如图 4-27 中所示，电路

原理图如图 4-28 所示。其中 Q7 为准预备控制电路中的主要元器件。

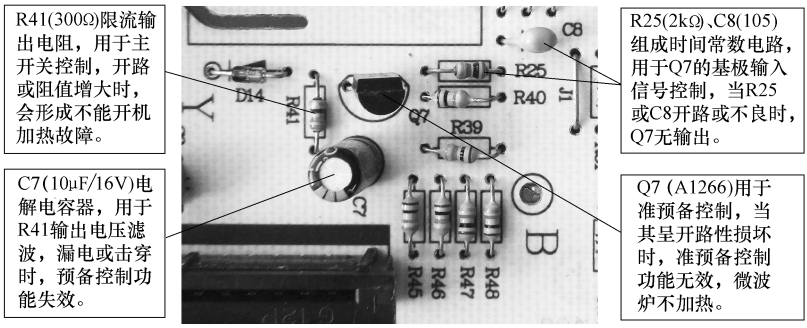


图 4-27　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉准预备控制电路元器件实物图

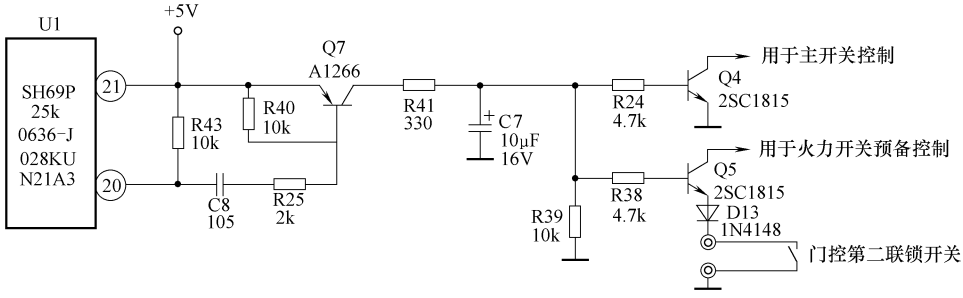


图 4-28　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉准预备控制电路

经认真检查，最终在更换 C8（105）后，故障排除。

小结：在图 4-27（或图 4-28）中，C8 为控制输出电容，用于输出 U1（SH69P25K 0636-J 028KU N21A）微控制器⑳脚输出的控制信号。当 U1⑳脚输出 1.8V 低电平时，通过 C8 控制 Q7 导通，微波炉可进入加热状态。但在 U1⑳脚输出 4.3V 高电平时，通过 C8 使 Q7 截止，微波炉处于待机状态。因此，在检查本例故障时，注意检查 U1⑳脚的工作状态，这对分析故障的产生原因是很有帮助的。

十七、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉不能微波加热，但炉灯和烧烤管均能点亮，风扇也能转动

故障分析与检修：在格兰仕微波炉中，微波加热控制电路是由电脑板中的 RY2（VPC）继电器和 Q3（2SC1815）等组成的，其实物如图 4-29 所示，电路原理图如图 4-30所示。

在图 4-30 中，RY2（VPC）继电器的输出端仅接一根白色导线，用于连接高压变压器 T 的一个输入电极、作为 220V 的 N 线路输入。因此，为格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉仅不能微波加热时，可首先注意检查 RY2（VPC）继电器是否能够进入导通状态。

经进一步检查，最终是 D11（1N4148）击穿损坏，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-29（或图 4-30）中，D11（1N4148）并接在 RY2（VPC）继电器初级绕组的两端，主要用于在 Q3（ISC1815）截止时为 RY2 继电器初级绕组提供放电回

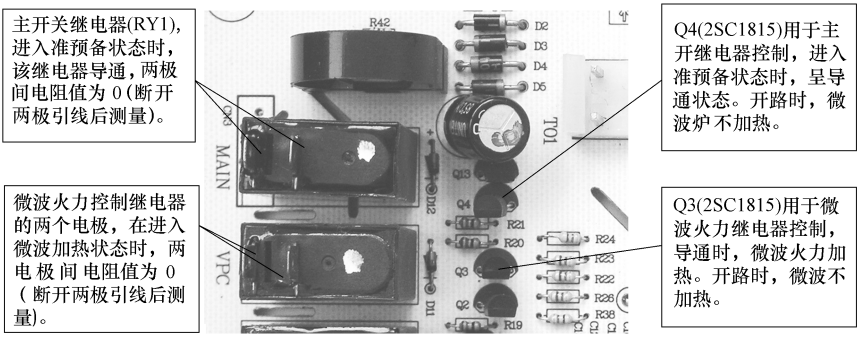


图 4-29　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中微波火力控制电路元器件实物图

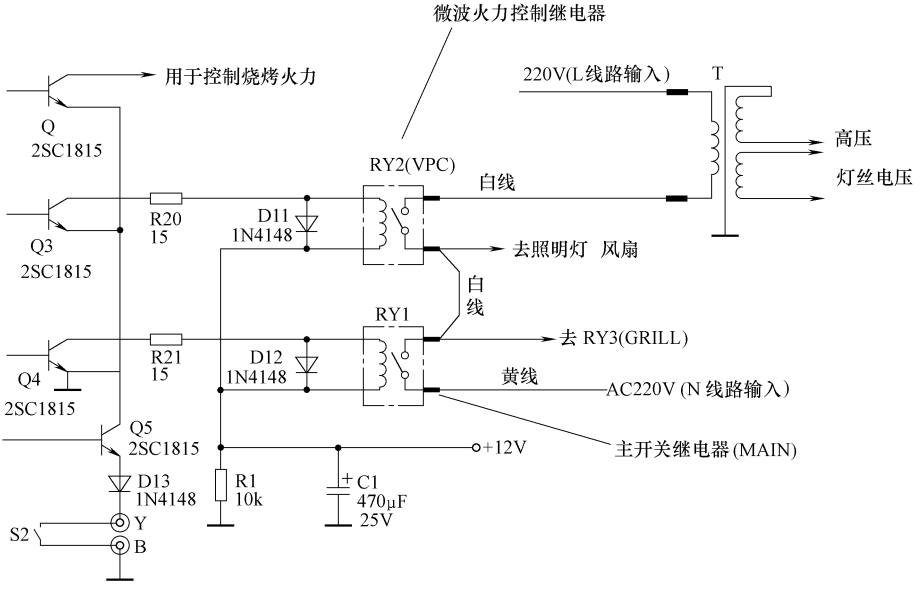


图 4-30　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉微波火力控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

路，并对 Q3 起保护作用。当 D11 漏电或击穿损坏时，RY2 继电器初级绕组被短接，绕组中没有电流通过，故继电器触点开关不被吸合，进而形成微波不加热故障。因此，在微波不加热的故障检修中，若 RY2 没有跳动声，注意检查 D11 是很重要的。

十八、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉烧烤不能加热，但微波加热正常

故障分析与检修：在格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中，若仅烧烤不加热，而微波加热正常时，一般是烧烤管损坏或是烧烤火力控制电路有故障。但检修时可首先用电阻检查法检查烧烤管是否损坏。经检查，两只烧烤管均正常，但检测烧烤管供电输入端无电压，因而说明故障点是在烧烤火力控制电路，这时应对烧烤火力控制电路进行重点检查。其电路中元器件实物如图 4-31 所示，电路原理图如图 4-32 所示。

经进一步检查，结果是 R19 呈开路性损坏，将其换新后，故障排除。

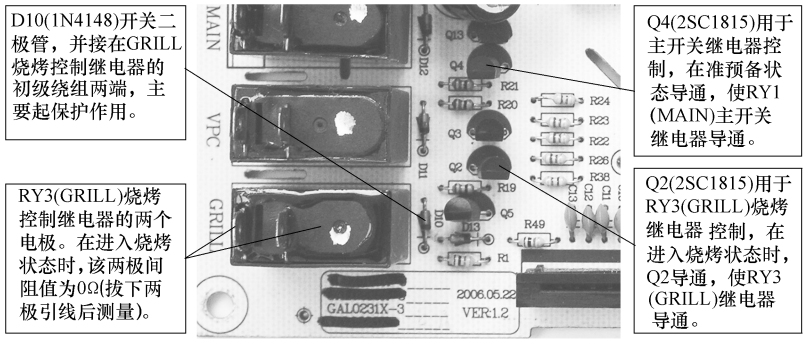


图 4-31　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中烧烤火力控制电路元器件实物图

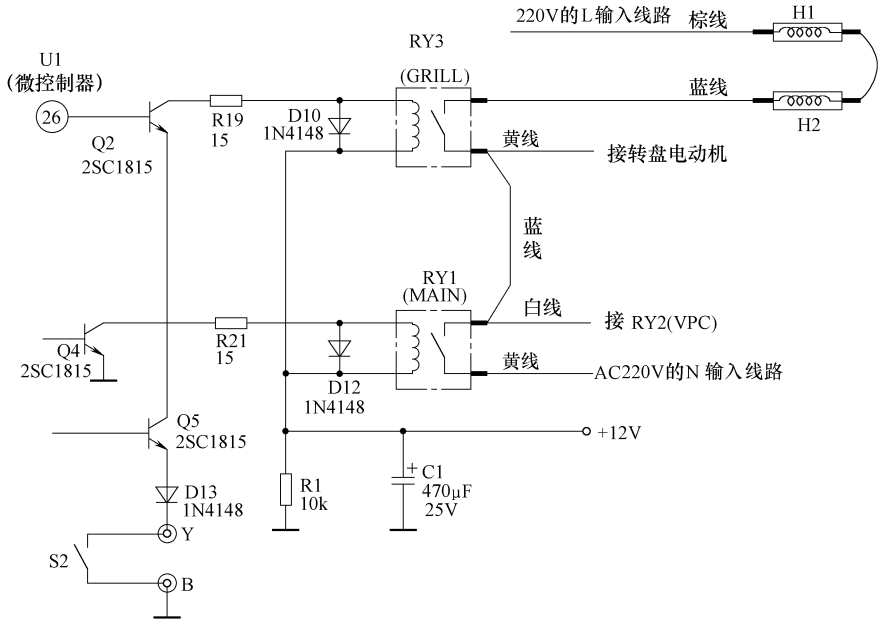


图 4-32　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中烧烤火力控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

小结：在图 4-31（或图 4-32）中，R19 为 15Ω 限流电阻，在 Q2 导通时为 RY3 初级绕组中的导通电流提供回路，并起限流作用。当其开路时 RY3 因无导通电流而呈断开状态，故形成烧烤不加热故障。但在 R19 烧断时，还应进一步检查 Q2、Q5 及 D13，必要时可将其全部换新。

十九、格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉有噪声，且不能加热

故障分析与检修　根据检修经验，微波炉不加热有噪声的故障原因一般是高压整流输出电路有故障，检修时应重点检查高压整流二极管和高压滤波电容。检查时可直接在线测量高压二极管和高压滤波电容两极间的正、反向电阻值，如图 4-33 所示。

经检查，发现高压二极管的反向电阻值近于 0，故判断高压二极管击穿损坏，将其换新后故障排除。

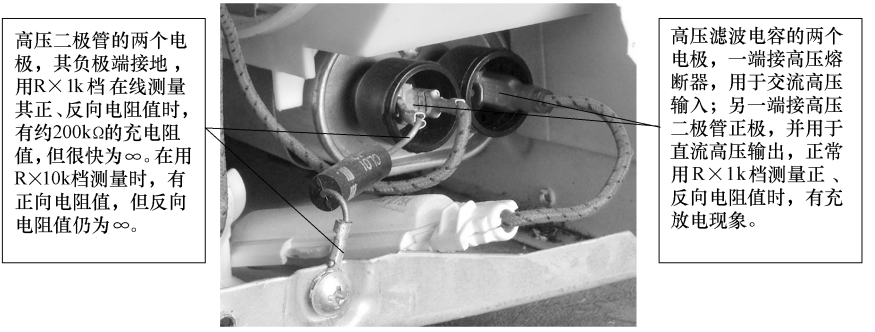


图 4-33　格兰仕 G8023CSL-K3 型微波炉中高压二极管和高压电压两电极实物图

小结：高压二极管与高压电容组成倍压整流电路，其中有一个元器件损坏时都会出现微波炉不加热且有噪声的故障。但由于损坏程度不同，有时还会熔断高压熔断器。

二十、LGW700（MS-2030T）型微波炉转盘不能转动，但照明灯点亮

故障分析与检修：LGW700（MS-2030T）是一种机械式微波炉，当其出现转盘不转而照明灯仍能点亮时，可注意一下是否能微波加热。经检查，微波加热正常。因而判断转盘电动机损坏或其供电输入电路有开路现象。这时可拆开底壳进行检查，其实物如图 4-34 所示。

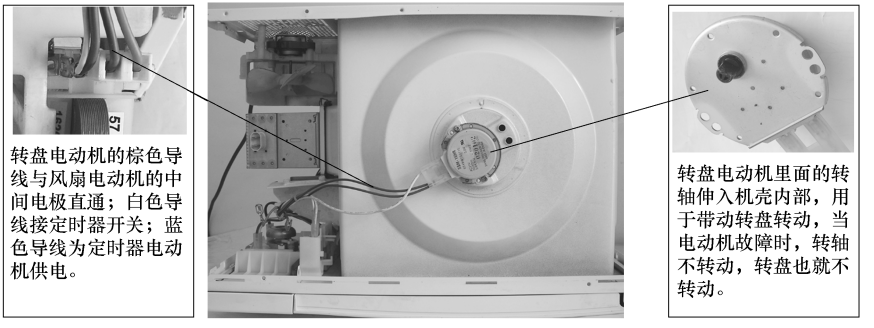


图 4-34　LGW700（MS-2030T）型微波炉底面转盘电动机及供电输入线路实物图

经检查，最终是转盘电动机呈开路性损坏，这时只能将其换新。但该转盘电动机表面的标称值为 AC21V，3.0W，如图 4-35 所示。因此更换转盘电动机时应特别注意其供

图 4-35　LGW700（MS-2030T）型微波炉中转盘电动机实物图

电压的标称值应与原型号一致。将其换新，故障排除。

小结：在图 4-34 中，转盘电动机的供电压为交流 21V，由风扇电动机的绕组引出。因此，在转盘电动机烧坏时，还应注意检查风扇电动机。

二十一、LGW700（MS-2030T）型微波炉不能加热，但照明灯亮

故障分析与检修：LGW700（MS-2030T）型微波炉是一种机械式微波炉，当其出现不加热，但照明灯仍亮的故障时，应首先注意检查高压电路，其电路中的元器件实物如图 4-36 所示，电路原理图如图 4-37 所示。

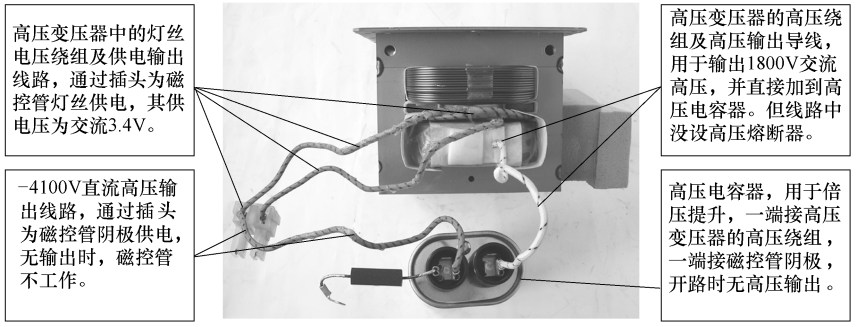


图 4-36　LGWP700（MS-2030T）型微波炉中高压电路实物图

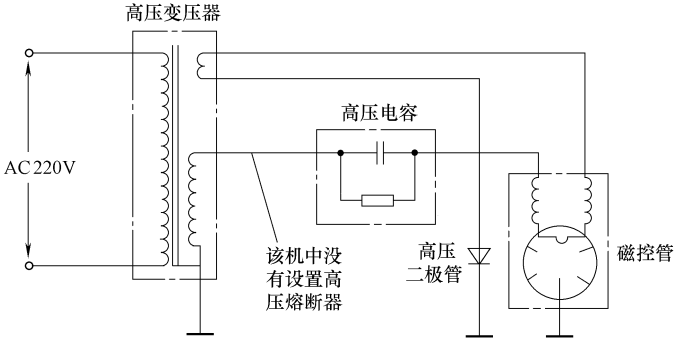


图 4-37　LGWP700（MS-2030T）型微波炉中高压电路原理图

经检查，最终是高压电容器已无容量，此时，应将高压电容器换新。但在该机中，高压电容器的容量为 0.86μF，更换时应保持规格一致。其实物如图 4-38 所示。

将高压电容器换新后，故障排除。

小结：高压电容器主要用于倍压提升，它与高压二极管、高压变压器组成倍压整流输出电路，为磁控管提供 -4100V 直流高压。当高压电容器无容量时，即相当于高压电容器开路，其高压整流输出电路无 -4100V 高压输出。但该机中的高压整流输出电路中没有设置高压熔断器。故建议维修时配装一只高压熔断器。

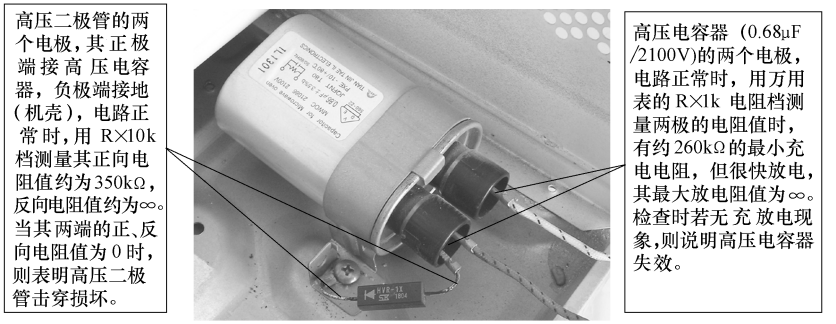


图4-38　LGMP700（MS-2030T）型微波炉中高压电容和高压二极管实物图

二十二、LGW700（MS-2030T）型微波炉无电，不能启动

故障分析与检修：根据检修经验，机械式微波炉无电，不能启动，一般是供电输入线路有开路性故障，拆壳后应首先注意检查电源熔断器和过热切断保护器，其实物如图4-39所示。

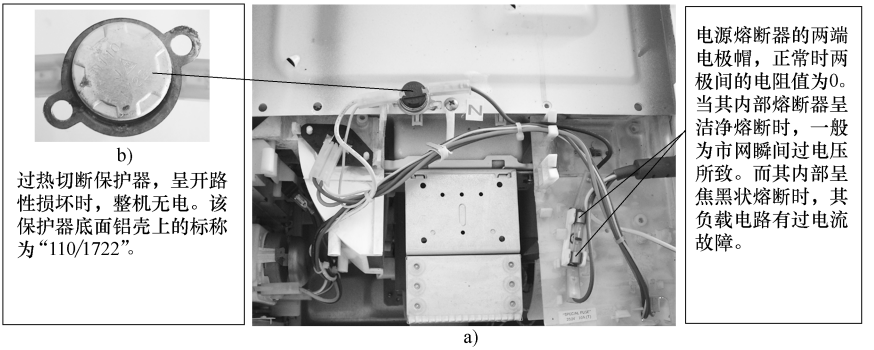


图4-39　LGW700（MS-2030T）型微波炉中电源输入线路元器件实物图

经检查，结果是过热切断保护器损坏，将其换新后，故障排除。

小结：过热切断保护器的规格比较多，维修更换时要尽量保持规格一致。但不能用短路线代换。

二十三、LGW700（MS-2030T）型微波炉电源熔断器熔断，但换上新的后仍表现为无电状态

故障分析与检修　在LGW700（MS-2030T）型机械式微波炉中，在电源熔断器熔断换新后，仍表现为无电状态时，则说明整机电路中仍有开路性故障。这时应进一步检查整机电路。其电路原理图如图4-40所示。

根据图4-40电路分析，在电源熔断器完好时，整机仍呈现无电的故障原因应是某一开关没有接通，这时应重点检查S1门控第一联锁开关和S6过热切断保护器。但经检查S1和S6均正常。再进一步检查S4定时开关时，发现其输入电极有220V电压，但输出电极无电压。其实物如图4-41所示，其侧面标称实物如图4-42所示。

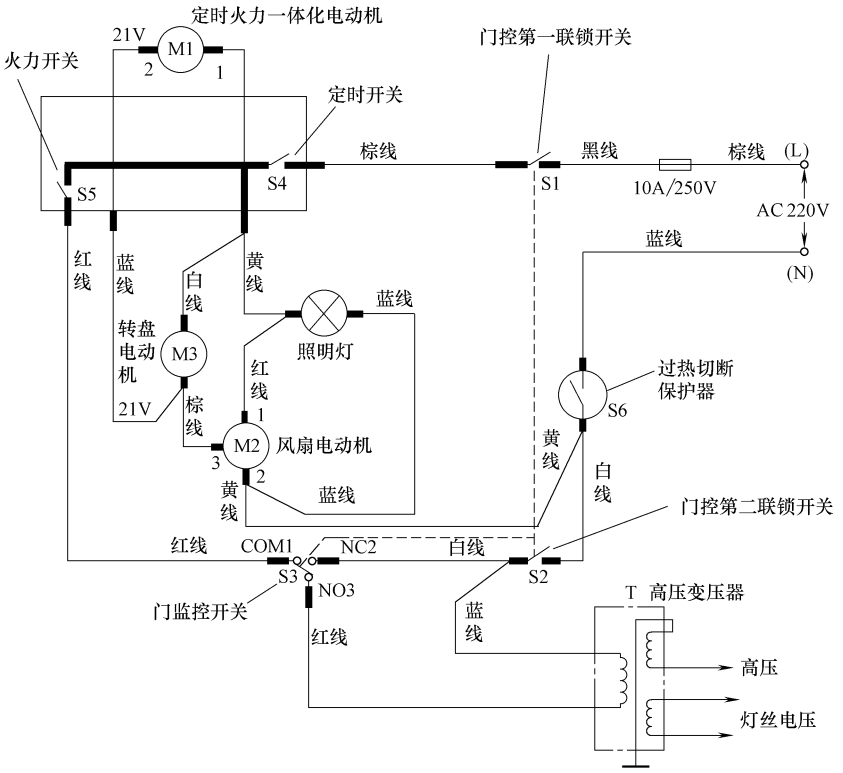


图 4-40　LGW700（MS-2030T）型微波炉整机电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。另外，图中电动机引脚序号为作者方便文中叙述所注。

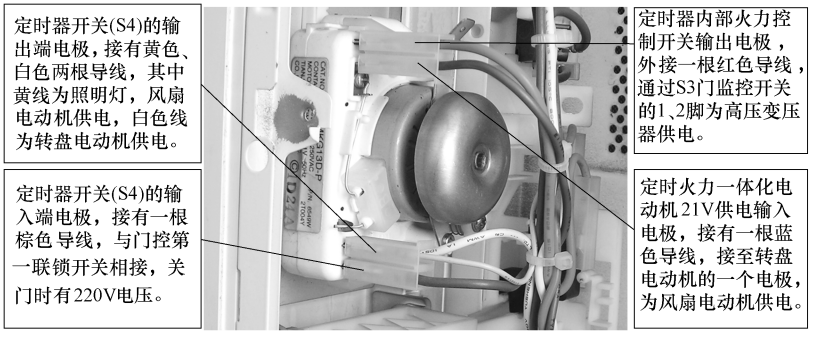


图 4-41　LGW700（MS-2030T）型微波炉中定时器及其电极引线实物图

经进一步检查，最终是定时器内部的定时开关（S4）触头因打火烧焦。这时应将定时器整体换新。但换新时要保持与原型号的标称规格一致。

将定时器换新后，故障排除。

小结：在该机中，定时器的规格与常见的普通定时器有所不同。在常见的普通定时器中，定时火力一体化电动机的工作电压为交流 220V，而在该机的定时器中，定时火

图 4-42　LGW700（MS-2030T）型微波炉中定时器侧面标称实物图

力一体化电动机的工作电压为交流 21V。这一点在维修更换时一定要注意。

在定时器内部，定时开关（S4）触头间打火的情况比较多见，严重时易使电源熔断器烧断。但此时熔断器玻璃壳内部不会有较严重的焦黑现象或无焦黑现象。

二十四、LGW700（MS-2030T）型微波炉定时器旋钮不能倒计时回转，但仍能微波加热

故障分析与检修：根据故障现象及该机整机电路的组成特点（见图 4-40），可初步判断定时器中的定时火力一体化电动机有故障。但检修时可首先检测定时火力一体化电动机两极间是否有 21V 交流电压。经检查，定时火力一体化电动机两极间无电压。再进一步检测风扇电动机的中间电极也无 21V 电压，此时发现风扇电动机也不转动。但风扇电动机两端侧电极间有 220V 电压，因而判断风扇电动机的绕组呈开路性损坏。其实物如图 4-43 所示。

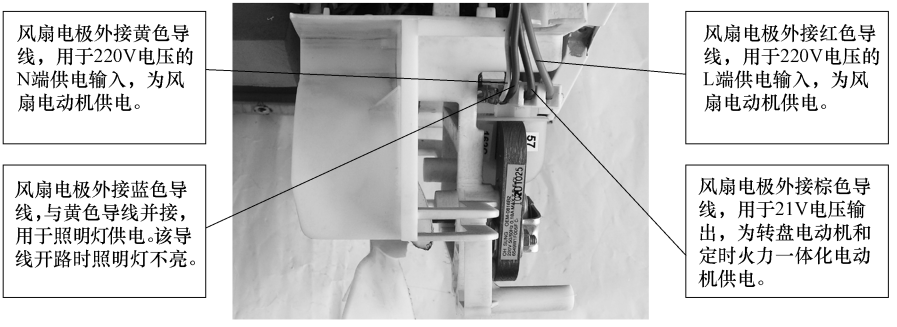


图 4-43　LGW700（MS-2030T）型微波炉中风扇电动机实物图

在图 4-43 中，风扇电动机有 3 个电极，接有红色导线的电极接至定时开关（S4）电极；接有黄色、蓝色两根导线的电极接至过热切断保护器的输出端，用于市网电压 N 线路输入；接有棕色导线的中间电极，用于分压输出 21V 电压，一方面为转盘电动机供电，另一方面为定时火力一体化电动机供电。因此，定时火力一体化定时电动机的供电回路是：220V 供电压 N 线路输入端→S6 过热切断保护器→黄色导线→风扇电动机的 2～3 端绕组→棕色导线→转盘电动机的一个电极→蓝色导线→定时火力一体化电动

机→S4 定时开关→棕色导线→S1 门控第一联锁开关→黑色导线→10A/250V 电源熔断器→220V 供电压 L 线路输入端。当风扇电动机 3 端无输出，而 1、2 端有电压时，应将风扇电动机拆下重点检查 2～3 端的绕组是否正常，引脚接线焊点是否良好，如图 4-44 所示。

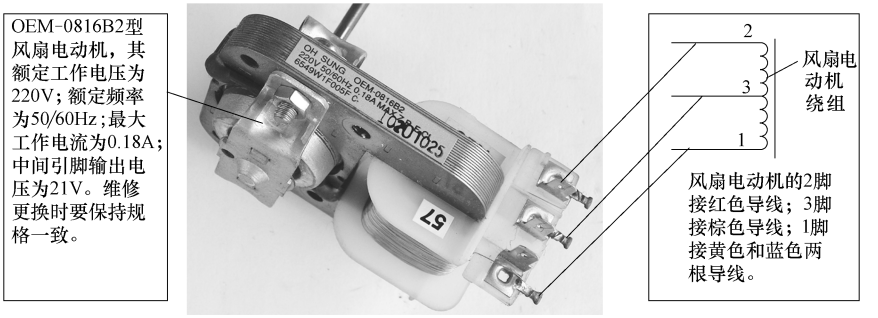


图 4-44　LGW700（MS-2030T）型微波炉中风扇电动机实物图

经检查，结果是风扇电动机 2 脚端的绕组线头折断，将其补接后，故障排除。

小结：在本例故障中，当风扇电动机的中间电极无输出时，不仅定时火力一体化电动机不工作，同时转盘电动机也不转动；而风扇电动机的 2 脚端绕组线头开路时，不仅定时火力一体化电动机和转盘电动机不转，风扇电动机也不转动。因此，当定时火力一体化电动机不转动时，注意观察转盘和风扇是否都不转动，这对分析和判断故障的产生原因是很有帮助的。

二十五、LGW700（MS-2030T）型微波炉关闭炉门后，拧动定时器旋钮时电源熔断器熔断

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，可判断门监控开关有故障。但在该机中，门监控开关与火力开关组合在一起，并在门钩控制下与门控第一、二联锁开关同步工作，其实物如图 4-45 所示，电路原理图见图 4-40 所示。

在图 4-45 中，门监控开关安装在门控第二联锁开关的上方，并受炉门下方门钩控制。门监控开关是一种双触头开关，其内部有两个定触头和一个动触头，动触头在轻触键的控制下在两个定触头之间跳变、其控制过程如图 4-46 所示。

在图 4-46 中，当关闭炉门时，炉门钩首先将门监控开关的轻触键向开关内部压下，使门监控开关断开，而火力开关接通，即图 4-40 中 S3 的 COM1 与 NC2 端分离，COM1 与 NO3 端接通。同时，随着门钩下滑，将门控键压向门控第二联锁开关的轻触键，使门控第二联锁开关接通，高压电路获得供电电压开始工作，磁控管有微波发出，微波炉进入正常的加热状态。

当打开炉门时，门钩退出后，门监控开关和门控第一、二联锁开关均处于自然状态，其轻触键不受控制，如图 4-47 所示。此时，火力开关断开，门监控开关接通，即图 4-40 中 S3 的 COM1 与 NO3 端分离，COM1 与 NC2 端接通。但同时 S1 和 S2 必须是断开的。

根据上述分析，检修时应首先重点检查门监控开关。结果是 COM1 与 NC2 端在关

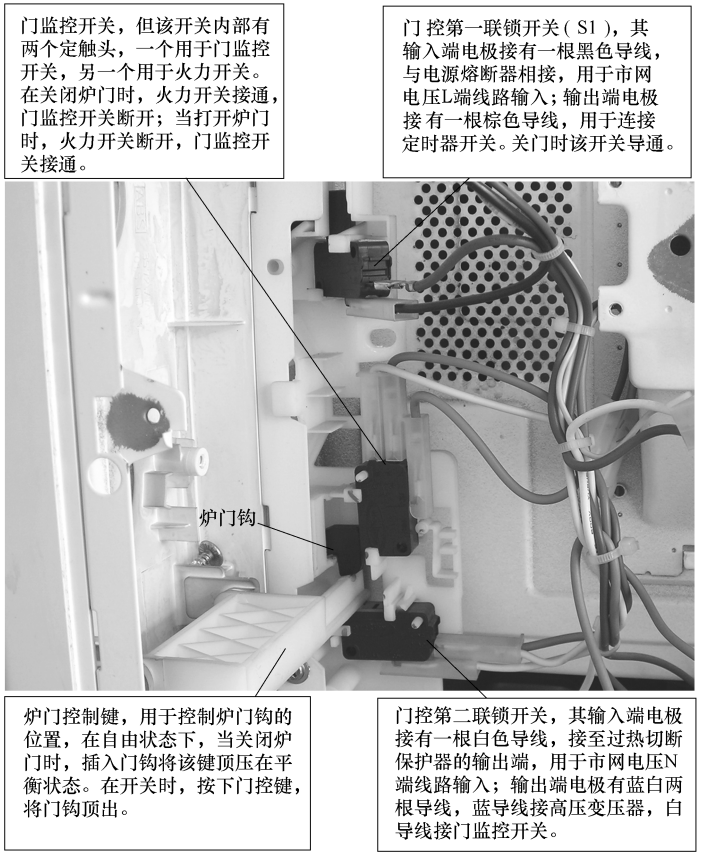


图 4-45　LGW700（MS-2030T）型微波炉门控开关实物图

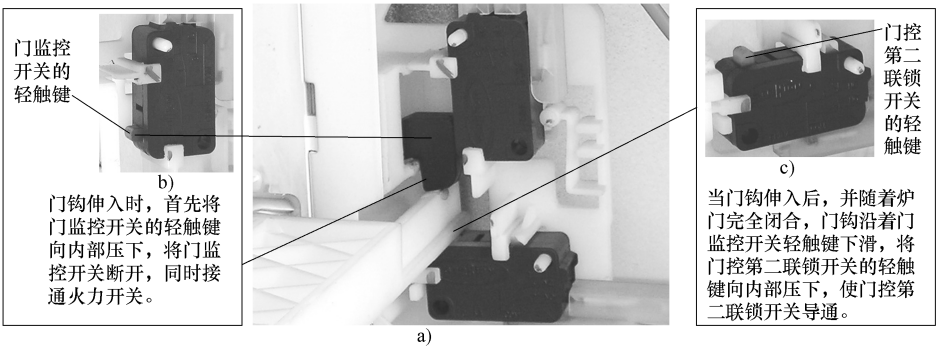


图 4-46　门监控开关与门控第二联锁开关联动控制实物图

闭炉门时仍处于导通状态。因而说明门监控开关损坏。将其换新后，故障排除。

小结：门监控开关内有两个静触头，一个动触头，在自然状态，一个静触头与动触头常开（分开），另一个静触头与动触头常闭（闭合），如图 4-48 所示。因此，接通线

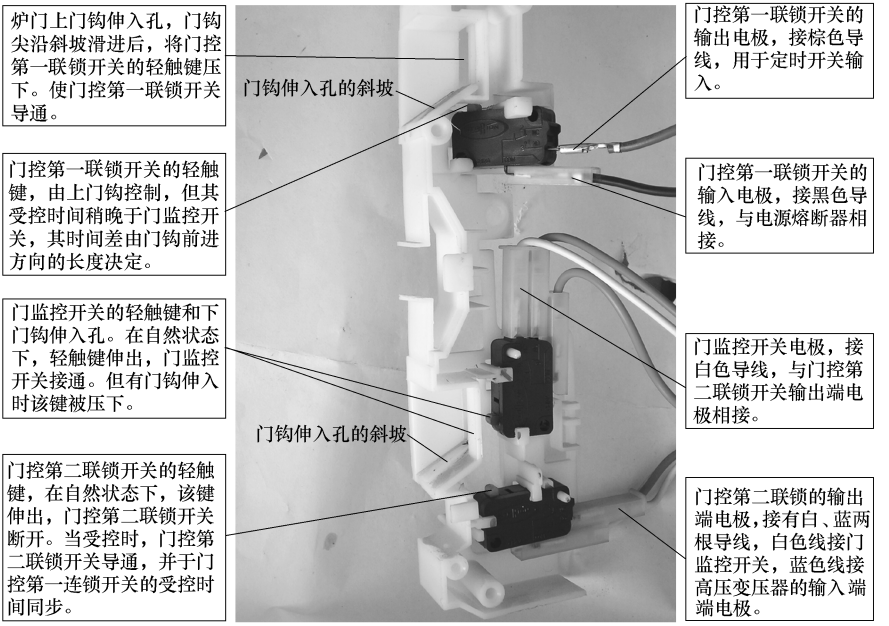


图 4-47　LGW700（MS-2030T）型微波炉门控开关自然状态实物图

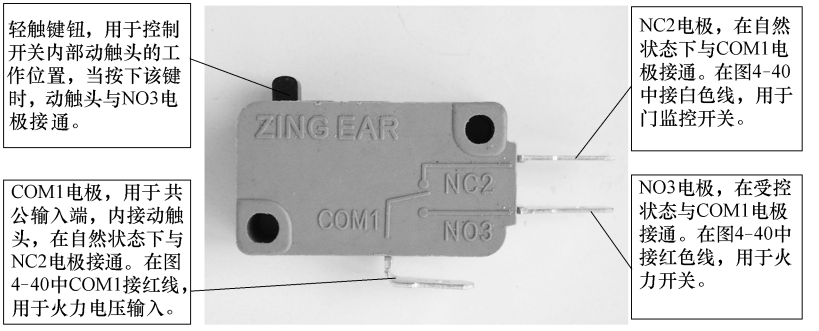


图 4-48　常见双触头轻触开关实物图

路时一定不要接错。

二十六、LGMG-5586DTW 型微波炉不能烧烤加热，但微波加热正常

故障分析与检修：在检修经验中，如果微波加热正常，仅烧烤不能加热，一般是烧烤火力电路有故障。检修时可首先检查烧烤火力控制电路。

在 LGMG-5586DTW 型微波炉中，烧烤火力控制电路主要由 RY3 继电器等组成，如图 4-49 所示。经检查，RY3 继电器有正常的跳动声，但输出端没有 220V 电压，因而判断 RY3 继电器损坏。将其换新后，故障排除。

小结：继电器损坏的故障原因常是其内部的开关触头烧焦，其主要表现是通电跳动后，测量触头开关的两极间电阻值不为 0。

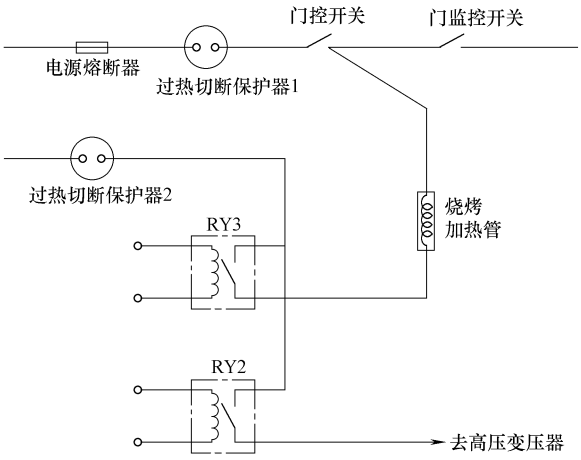


图 4-49　LGMG-5586DTW 型微波炉烧烤火力加热电路

二十七、LGMG-5586DTW 型微波炉不能微波加热

故障分析与检修：首先通电试验炉灯可以点亮，能够进入烧烤加热，但在进入微波功能时，可以听到继电器的跳动声，风扇和转盘也都转动，只是不加热。再进一步检查高压变压器的输入电压 220V 正常，因而判断高压电路有故障。其电路原理图如图 4-50 所示。

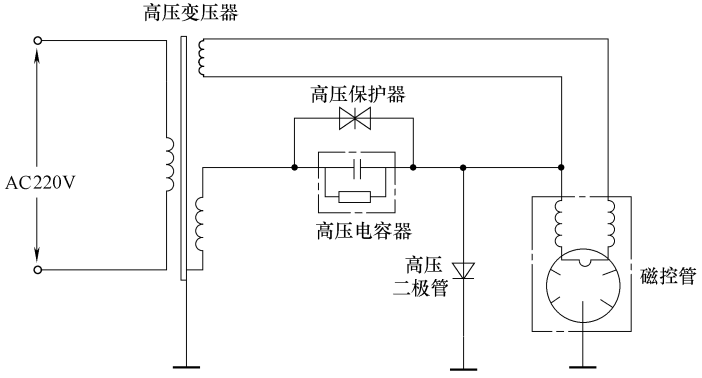


图 4-50　LGMG-5586DTW 型微波炉中高压电路原理图

经检查，结果是高压保护器呈短路性损坏。将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-50 中，高压保护器由两个二极管组成，当其短路时，常伴有高压二极管击穿损坏。检修时应加以注意。

二十八、海尔 WH2485EG 型微波炉控制功能失效，显示窗无显示

故障分析与检修：海尔 WH2485EG 型微波炉是一种具有电脑控制功能的光波炉，其控制功能主要由电脑板中的 IC1 和 IC2 ~ IC7 等联合完成，其实物如图 4-51 所示，其引脚在正常状态下的电阻值见表 4-1 和表 4-2 ~ 表 4-7。因此，当海尔 WH2485EG 型微

波炉控制功能失效时，应首先注意检查 IC1 和 IC2～IC7 的引脚电阻值，以判断控制电路中是否有短路或开路故障。

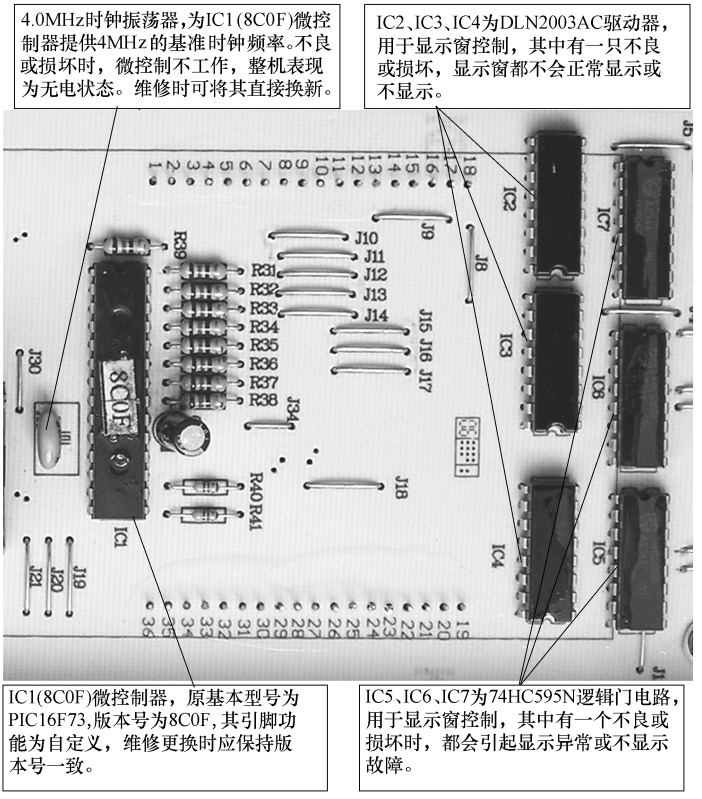


图 4-51　海尔 WH2485EG 型微波炉电脑板中微控制器及屏显驱动电路实物图

表 4-1　IC1（PIC16F73）微控制器引脚正常状态下的电压值、电阻值

引脚号	*U*/V		*R*/kΩ		引脚号	*U*/V		*R*/kΩ	
	待机状态	工作状态	在线			待机状态	工作状态	在线	
			正向	反向				正向	反向
1	6.0	6.0	5.7	5.7	10	0.6	0.7	8.3	14.5
2	5.8	5.8	8.1	11.0	11	0.6	0.6	8.0	14.5
3	0	0.2	9.6	14.8	12	0	0	9.1	13.0
4	5.8	5.8	8.1	11.0	13	0	6.0	9.4	14.0
5	0	6.0	9.5	13.5	14	0.2	0.2	8.5	14.0
6	5.8	5.8	4.6	4.7	15	3.9	3.9	7.9	14.0
7	0	0	9.5	13.5	16	0.2	0.2	9.3	13.1
8	0	0	0	0	17	0.2	0.2	9.3	13.1
9	0.2	—	8.3	14.8	18	4.9	4.8	7.9	14.1

（续）

引脚号	U/V		R/kΩ		引脚号	U/V		R/kΩ	
	待机状态	工作状态	在线			待机状态	工作状态	在线	
			正向	反向				正向	反向
19	0	0	0	0	24	1.0	1.0	7.5	9.5
20	6.0	6.0	1.5	1.5	25	1.0	0.6	7.5	9.5
21	0.9	1.0	8.9	14.0	26	1.0	0.8	7.5	9.5
22	0	0.7	9.0	14.5	27	0	0.4	7.5	9.5
23	1.0	0.9	7.5	9.5	28	0.2	0.2	7.5	9.5

表 4-2　IC2（DLN2003AC）驱动器引脚正常状态下在线正、反向电阻值

引脚号	R/kΩ		引脚号	R/kΩ	
	在线			在线	
	正向	反向		正向	反向
1	7.3	11.0	9	8.6	∞
2	7.3	11.0	10	9.3	∞
3	7.3	11.0	11	9.3	∞
4	7.3	11.0	12	9.3	∞
5	7.3	11.0	13	9.3	∞
6	7.3	11.0	14	9.3	∞
7	7.3	11.0	15	9.3	∞
8	0	0	16	9.3	∞

表 4-3　IC3（DLN2003AC）驱动器引脚正常状态下在线正、反向电阻值

引脚号	R/kΩ		引脚号	R/kΩ	
	在线			在线	
	正向	反向		正向	反向
1	7.3	11.0	9	8.6	∞
2	7.3	11.0	10	9.3	∞
3	7.3	11.0	11	9.3	∞
4	7.3	11.0	12	9.3	∞
5	7.3	11.0	13	9.3	∞
6	7.3	11.0	14	9.3	∞
7	9.0	11.0	15	9.3	∞
8	0	0	16	9.3	∞

表 4-4　IC4（DLN2003AC）驱动器引脚正常状态下在线正、反向电阻值

引脚号	R/kΩ		引脚号	R/kΩ	
	在线			在线	
	正向	反向		正向	反向
1	9.0	11.0	9	8.5	∞
2	7.4	11.0	10	9.3	∞
3	7.4	11.0	11	9.3	∞
4	7.4	11.0	12	9.3	∞
5	7.4	11.0	13	9.3	∞
6	8.9	11.0	14	9.3	∞
7	7.4	11.0	15	9.3	∞
8	0	0	16	9.3	∞

表 4-5　IC5（74HC595N）逻辑门电路引脚正常状态下的在线正、反向电阻值

引脚号	R/kΩ		引脚号	R/kΩ	
	在线			在线	
	正向	反向		正向	反向
1	8.1	14.0	9	9.5	14.5
2	8.1	14.0	10	1.5	1.5
3	7.3	11.0	11	7.9	14.0
4	7.3	11.0	12	7.9	14.0
5	7.3	11.0	13	0	0
6	7.3	11.0	14	8.6	14.2
7	9.0	11.0	15	8.1	14.0
8	0	0	16	1.4	1.4

表 4-6　IC6（74HC595N）逻辑门电路引脚正常状态下的在线正、反向电阻值

引脚号	R/kΩ		引脚号	R/kΩ	
	在线			在线	
	正向	反向		正向	反向
1	7.3	11.0	9	8.9	14.5
2	7.3	11.0	10	1.5	1.5
3	7.3	11.0	11	7.9	14.5
4	7.3	11.0	12	7.9	14.5
5	7.3	11.0	13	0	0
6	7.3	11.0	14	8.5	14.3
7	8.0	11.0	15	7.3	11.0
8	0	0	16	1.4	1.4

表 4-7　IC7（74HC595N）逻辑门电路引脚正常状态下的在线正、反向电阻值

引脚号	R/kΩ		引脚号	R/kΩ	
	在线			在线	
	正向	反向		正向	反向
1	7.3	11.0	9	8.9	14.5
2	7.3	11.0	10	1.5	1.5
3	7.3	11.0	11	7.9	14.5
4	7.3	11.0	12	7.9	14.5
5	7.3	11.0	13	0	0
6	7.3	11.0	14	8.5	14.3
7	7.3	11.0	15	7.3	11.0
8	0	0	16	1.4	1.4

经检查，IC1 和 IC2 ~ IC7 的引脚电阻值基本正常，但在改用电压测量法检测 IC1（8COF）⑩脚时钟振荡输出电压时，微控制器及其控制电路突然启动工作，显示窗有字符出现。再关机后重新开机，故障重复出现。根据检修经验，试将 IC1⑨、⑩脚外接的 4MHz 时钟振荡器换新后，故障排除。

小结：在检修实践中，由于时钟振荡器不良而引起的控制功能失效、显示窗无显示的故障现象比较多见。检修时可首先将时钟振荡器直接换新一试。

二十九、海尔 WH2485EGS 型微波炉不能烧烤加热，但微波加热正常

故障分析与检修：根据检修经验，该微波炉不能烧烤加热，而微波加热正常时，应重点检查光波管及其控制电路，其电路原理图如图 4-52 所示。

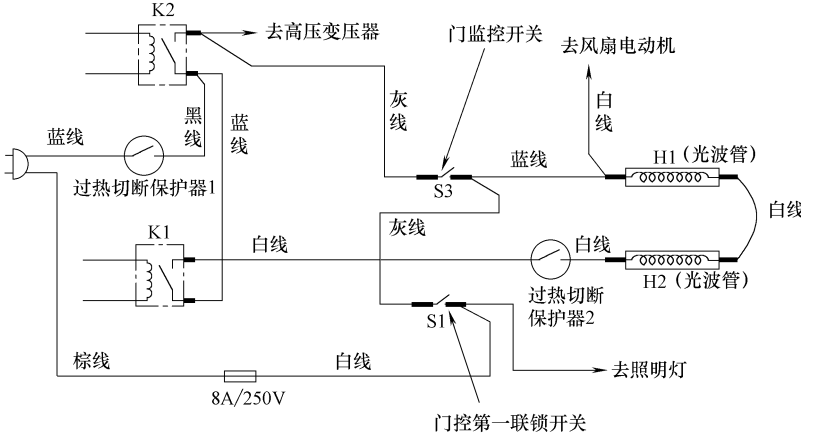


图 4-52　海尔 WH2485EGS 型微波炉中烧烤火力电路原理图

在图 4-52 中，用于烧烤火力控制的 K1 继电器，当其导通时，烧烤管开始加热，其关断时烧烤管不加热。经检查，在进入烧烤功能时，K1 继电器能够输出 220V 电压，但烧烤管不发光。再进一步检查。H2（光波管）内部电热丝烧断，将其换新后，故障排除。

小结：在检修烧烤不加热，而微波加热的故障时，可采用电阻检查法直接检测烧烤管是否正常，正常后再通电检查，但要断开高压变压器一次绕组的供电输入电极插头，以避免人体遭到微波辐射。

三十、海尔 WH2485EG 型微波炉不能加热，但显示窗有字符显示

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，在该微波炉不能加热，但显示窗有字符显示时，应重点检查主开关继电器 K3，其实物如图 4-53 所示，其控制电路原理图如图 4-54 所示。

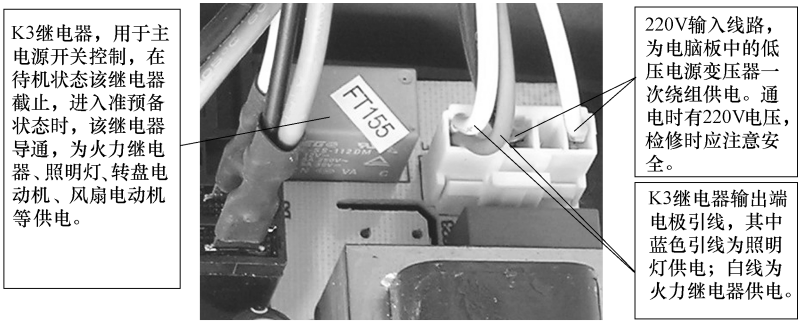


图 4-53　海尔 WH2485EG 型微波炉电脑板中 K3 继电器实物图

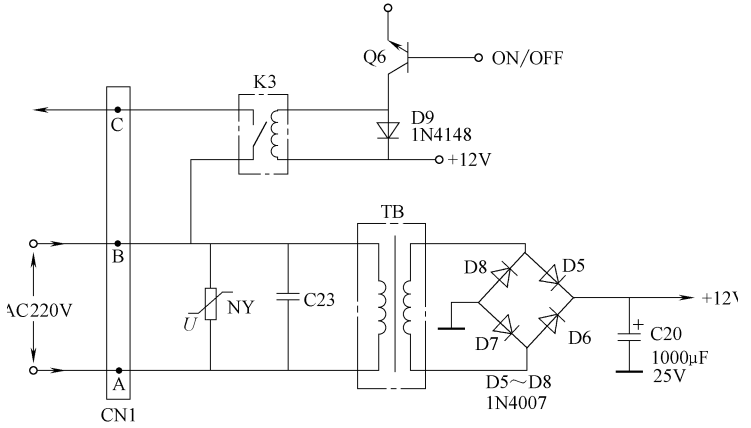


图 4-54　海尔 WH2485EG 型微波炉电脑板中 K3 继电器控制电路原理图

经检查，最终是 D9 击穿损坏，使 CN1 的 C 端无输出。将 D9 换新后，故障排除。

小结：在图 4-54 中，D9 为 IN4148 开关二极管，主要起保护作用，当其击穿时，K3 继电器内部的绕组线圈被短路，无电场产生，K3 动触头开关不能吸合，故 CN1 的 C 端无输出。正常时，CN1C 端相对 A 端有 220V 交流电压。通电检查时应注意安全。

三十一、海尔 WH2485EG 型微波炉整机处于无电状态，显示窗也无显示

故障分析与检修：根据检修经验，海尔 WH2485EG 型微波炉整机处于无电状态，显示窗也无显示，一般是电源熔断器已熔断，其负载电路常有过电流或短路故障。但经初步检查，电源熔断器完好，再检测电脑板中 CN1 插座 A、B 两点间有 220V 电压。因而说明故障点是在电脑板电路。但检修时应首先重点检查低压电源电路元器件，其实物如图 4-55 所示，电路原理图如图 4-56 所示。

经检查，最终是 WZ（7806）+6V 稳压器击穿损坏。将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-55（或图 4-56）中，WZ（7806）主要为 IC1（8CoF）微控制器供电，当 WZ（7806）击穿损坏时，IC1 因无工作电压而停止工作。同时，由于 WZ 击穿，

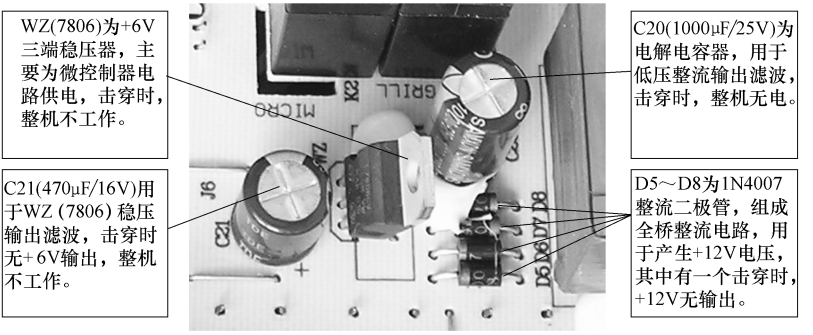


图 4-55　海尔 WH2485EG 型微波炉电脑板中低压电源电路元器件实物图

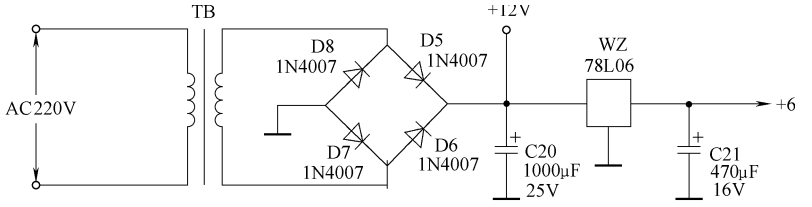


图 4-56　海尔 WH2485EG 型微波炉电脑板中低压电源电路原理图

注：该图仅供参考。

也会使 +12V 电压降低，易使 +12V 整流电路损坏。这一点检修时应加以注意。必要时可将低压整流元器件一起换新。

三十二、海尔 WH2485EG 型微波炉加热启动困难，但启动后加热正常

故障分析与检修：根据故障现象，可初步判断电脑板电路是正常的，故障原因可能是启动电位器不良，其实物如图 4-57 中所示。

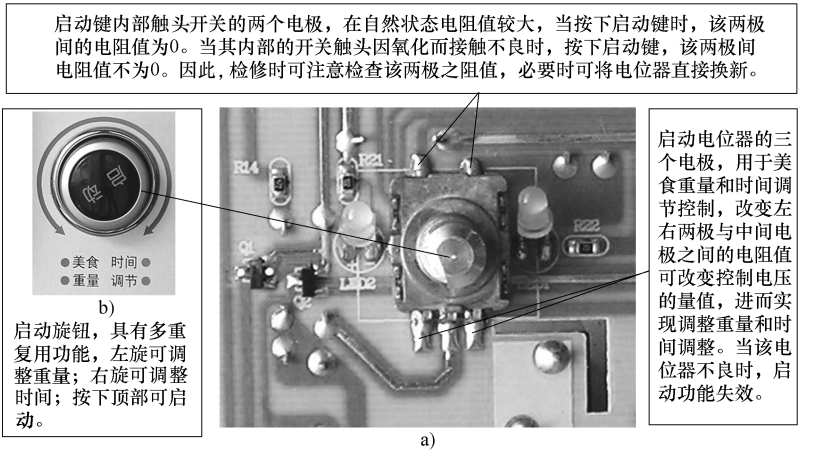


图 4-57　海尔 WH2485EG 型微波炉启动电位器实物图

经进一步检查，未见启动电位器有明显不良，但试将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-57 中，启动电位器具有多重复用控制功能，其内部结构除有一个马蹄形

电阻片外，还有一个触头式开关。其中马蹄形电位器的两端电极与中间的滑点电极分别用于重量和时间调节，而触头式开关则用于启动控制。当启动困难时，一般是开关的触头氧化造成导通电阻增大。因此，在应急情况下，可将其进行清洁处理后继续使用。

三十三、海尔 WH2485EG 型微波炉食品加热较慢，且加热不均匀

故障分析与检修：根据检修经验，在海尔 WH2485EG 型微波炉出现加热较慢，且加热不均匀时，应首先注意检查安装在微波炉底部的爪极式电动机，如图 4-58 所示。检查时在确认供电压正常后，可在电动机轴转动时手捏小木棒碰压转轴，对转轴施加一定阻力，若稍加阻力转轴就停止运转或运转缓慢，则说明电动机有故障，其原因较多，如受潮、匝间漏电等。此时，根治的方法是换新。

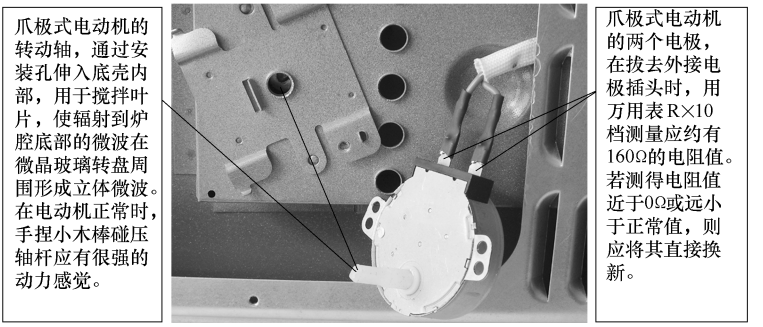


图 4-58　海尔 WH2485EG 型微波炉中爪极式电动机实物图

经检查，最终是爪极式电动机不良，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-58 中，爪极式电动机主要用于搅拌炉腔内微晶转盘下面的搅拌叶片，从而使由机壳底部辐射输入的微波能够在炉腔内分布得更均匀，并形成立体微波。这样不仅能使食品加热速度快，而且食品加热也更均匀。故当爪极式电动机不转或转动速度很慢时，炉腔内的微波就会集中不能形成转波，食物加热就不均匀且很慢。

三十四、海尔 WH2485EGS 型微波炉烧烤加热一会儿后，加热管便自动熄灭，但炉灯仍亮

故障分析与检修：在海尔 WH2485EGS 微波炉出现烧烤加热一会儿后，加热管便自动熄灭，但炉灯仍亮时，应注意检查烧烤管供电保护电路，其实物如图 4-59 所示，电路原理图如图 4-60 所示。

经检查，最终是过热切断保护器不良，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-59（或图 4-60）中，过热切断保护器 2 串接在烧烤管供电电路中，并安装在炉腔顶部的铁壳上，用于监测机壳温度。当机壳温度过高时，该保护器内部触头开关自动断开，加热管停止加热，从而起到烧烤过热的保护作用。

三十五、海尔 WH2485EQS 型微波炉启动加热后不久便自动断电，照明灯不亮，风扇、转盘也不转动，但凉机后又能启动工作

故障分析与检修：根据检修经验，本机的故障原因一般是过热切断保护器自动跳开，而过热保护器自动跳开一定另有原因。因此，检修时应首先注意观察机内各部分电路是否都能正常工作。

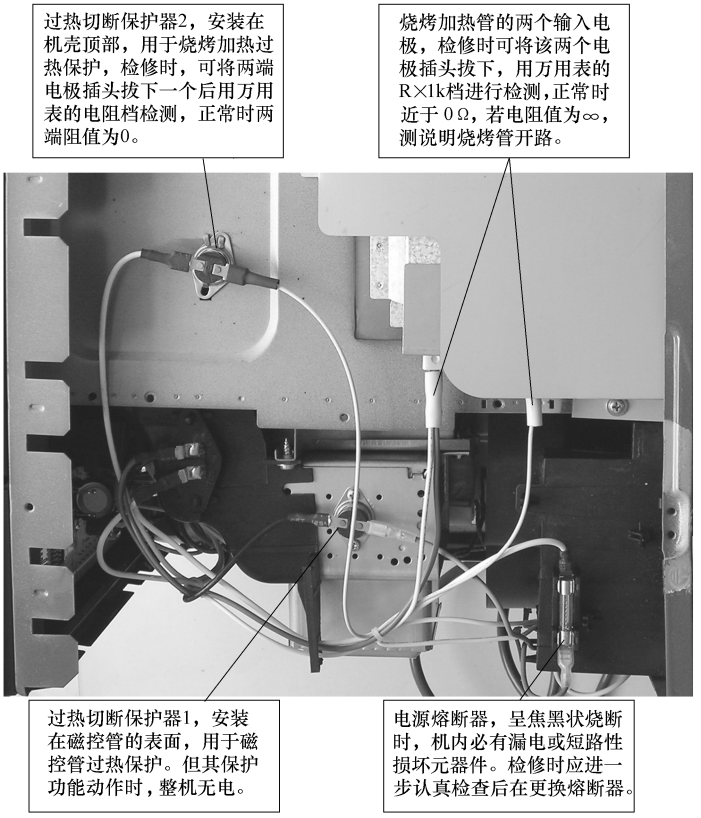


图 4-59　海尔 WH2485EGS 型微波炉中过热切断保护器实物图

经初步观察，发现风扇不转动，但检查风扇电极两极有 220V 电压，如图 4-61 所示。再将风扇电极插头拔下一个后用万用表 R × 1k 档检测，结果两极间的电阻值为∞，因而说明风扇电动机的绕组已呈开路性损坏。将风扇电动机换新后，故障排除。

小结：风扇电动机损坏时，风扇叶轮也就不能产生冷风，磁控管因得不到散热而使表面温度升高，进而使安装在磁控管外表面的过热切断保护器跳开，切断整机的供电电源，从而起到保护作用。

但要注意，在通电检测风扇电动机供电电路时，要断开高压变压器的供电电路，以防止高压电击和微波泄漏对人体造成伤害。

三十六、海尔 WH2485EQ 型微波炉加热功能紊乱，但进入烧烤功能时能微波加热

故障分析与检修：根据故障现象分析可知，这种功能紊乱的故障原因应该是微控制器的工作程序紊乱。但据用户反映，该机初始故障为不加热，无电源指示，是电源熔断器熔断。经他人维修后，便出现了启动微波时不加热，而启动烧烤时微波加热，形成控制加热功能紊乱故障。因此，检修时应首先检查继电器电极插头是否插接正确。其正确连接如图 4-62 所示。

经检查，原插在 K2 继电器输出端电极上的接有两个灰线的插头被插在 K1 继电器的输出电极上，而 K1 输出端的白线插头被空置未用。将其依据图 4-62 中的正确接法，

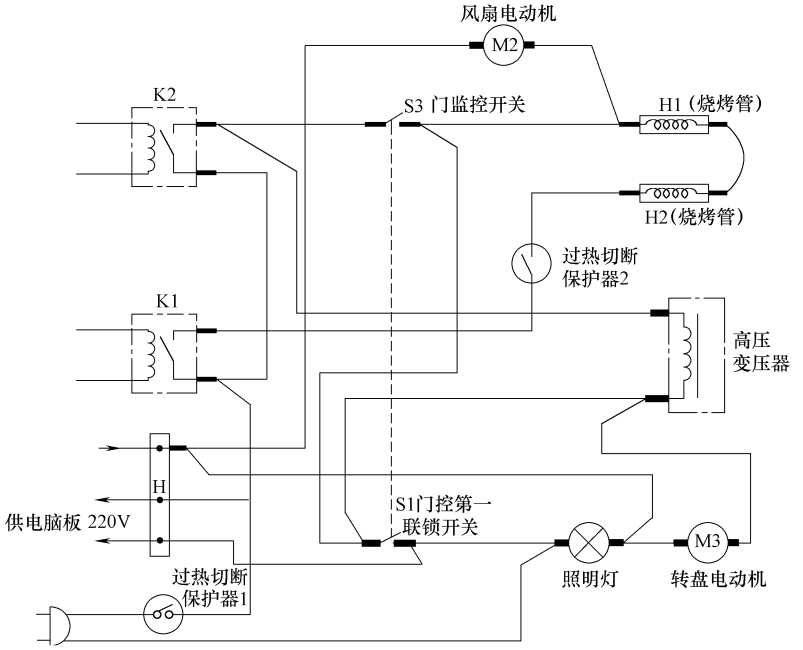


图 4-60　海尔 WH2485EGS 型微波炉火力控制电路原理图

注：该图仅供参考

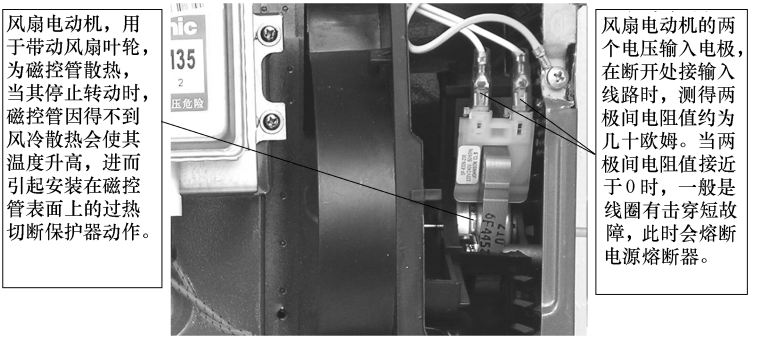


图 4-61　海尔 WH2485EQS 型微波炉中风扇电动机实物图

重将灰、白线插头插好后，故障排除。

小结：在微电脑控制式微波炉中，由于一些功能器件的安装分布比较松散，故其电极插头较多，连接线也较零乱。因此，在维修拆卸时一定注意各接线插头的原始接插位置，必要时在拆卸前粘上胶布，并标上记号，以避免出现人为故障。

三十七、美的 DK20C-CF 型微波炉无电不能开机，但电源熔断器正常

故障分析与检修：美的 DK20C-CF 型微波炉是一种微电脑控制式微波炉，当其无电不能开机，但电源熔断器又正常时，一般是微电脑控制系统或低压供电源电路有故障，检修时应重点检查电脑板电路，其实物如图 4-63 所示，其背面印制电路如图 4-64 所示，电路原理图如图 4-65 所示。检查时可首先检查低压电源电路。

图 4-62　海尔 WH2485EQ 型微波炉中 K1、K2 继电器输入输出接插电极连接实物图

经检查，低压电源电路正常，有 +12V 和 +5V 输出。因而判断微控制电路有故障，这时应进一步检 IC1（SN8p2604KB）微控制器的一些主要引脚的工作电压，如图 4-66 所示。

经进一步检查，最终是 Z3 击穿损坏，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-66（或图 4-65）中，ZD3（5.1V）与 TR7 等组成微控制器的复位电路，为 IC1（SN8p2604KB）的㉘脚提供复位电压，是 CPU 的“三要素”之一。故当 ZD3 击穿时，复位功能失效，微控制器不能进入正常工作，使整机表现为无电状态。

三十八、美的 KD20C-CF 型微波炉不能微波加热，但烧烤加热正常

故障分析与检修：根据检修经验，该微波炉不能微波加热，但烧烤加热正常时，一般是微波控制电路或高压电路有故障。检修时应首先检查高压供电压是否正常（检查时应断开高压变压器的输入电极）。

经检查，高压变压的输入电压为 0，同时也听不到 RY2 继电器的跳动声，因而判断微波火力控制电路有故障，这时应重点检查微波火力控制电路，其电路原理图如图 4-67 所示。

经进一步检查，发现 IC1（SN8p2604KB）⑦脚有 5.0V 高电平输出，但 TR9（HY3D）的集电极为 +12V 高电平，因而说明 TR9 是处于截止状态，其实物如图 4-68 所示。

再进一步检查，最终是 TR9（HY3D）不良，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-68（或图 4-67）中，TR9（HY3D）是一种贴片式 NPN 型小功率晶体管，主要用于 RY2 继电器导通控制。当其损坏时，若手头没有同类型贴片式晶体管，而又一时不能找到时，可用分立式 2SC1815 型晶体管代换。

三十九、美的 KD20C-CF 型微波炉烧烤不能加热，但微波加热正常

故障分析与检修：根据检修经验及故障现象可初步判断故障范围仅限于烧烤火力控制电路，其电路原理图如图 4-69 所示。

经检查，最终是 D12（1N4148）不良，如图 4-70 中所示，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-70（或图 4-69）中，D12（1N4148）并接在 K3 继电器初级绕组两端，主要起保护作用。当其不良呈软击穿状态时，通电后会将 K3 继电器初级绕组短

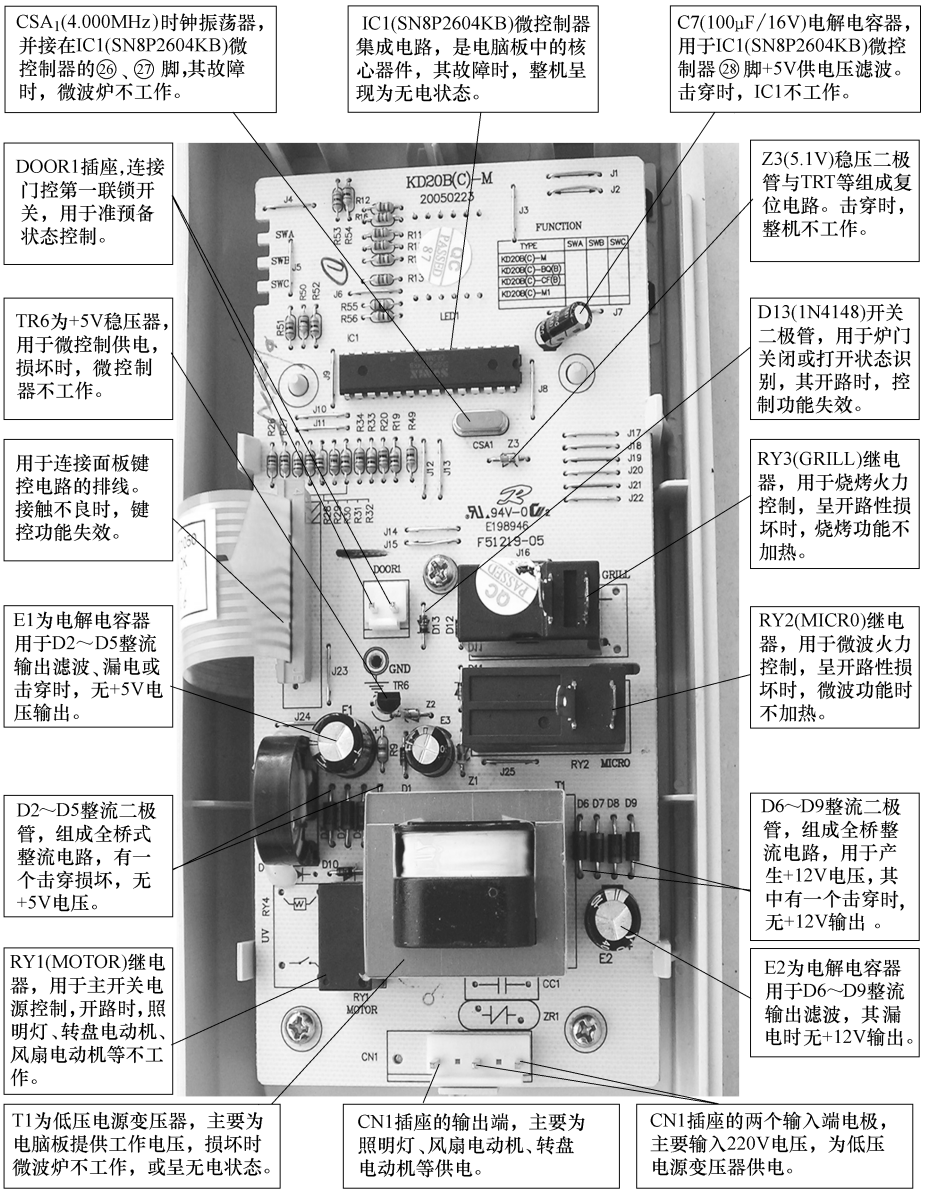


图 4-63　美的 DK20C-CF 型微波炉中微电脑控制板元件实物图

路，使 K3 内部触头不能闭合，因而烧烤功能失效、烧烤管不发热。

四十、美的 KD20C-CF 型微波炉烧烤和微波时均不加热，但有继电器的反复跳动声

故障分析与检修：根据故障现象分析，认为微电脑控制系统基本正常工作，只是由于继电器不能正常接通而使烧烤和微波不能加热。因此，应重点检查继电器供电电路。

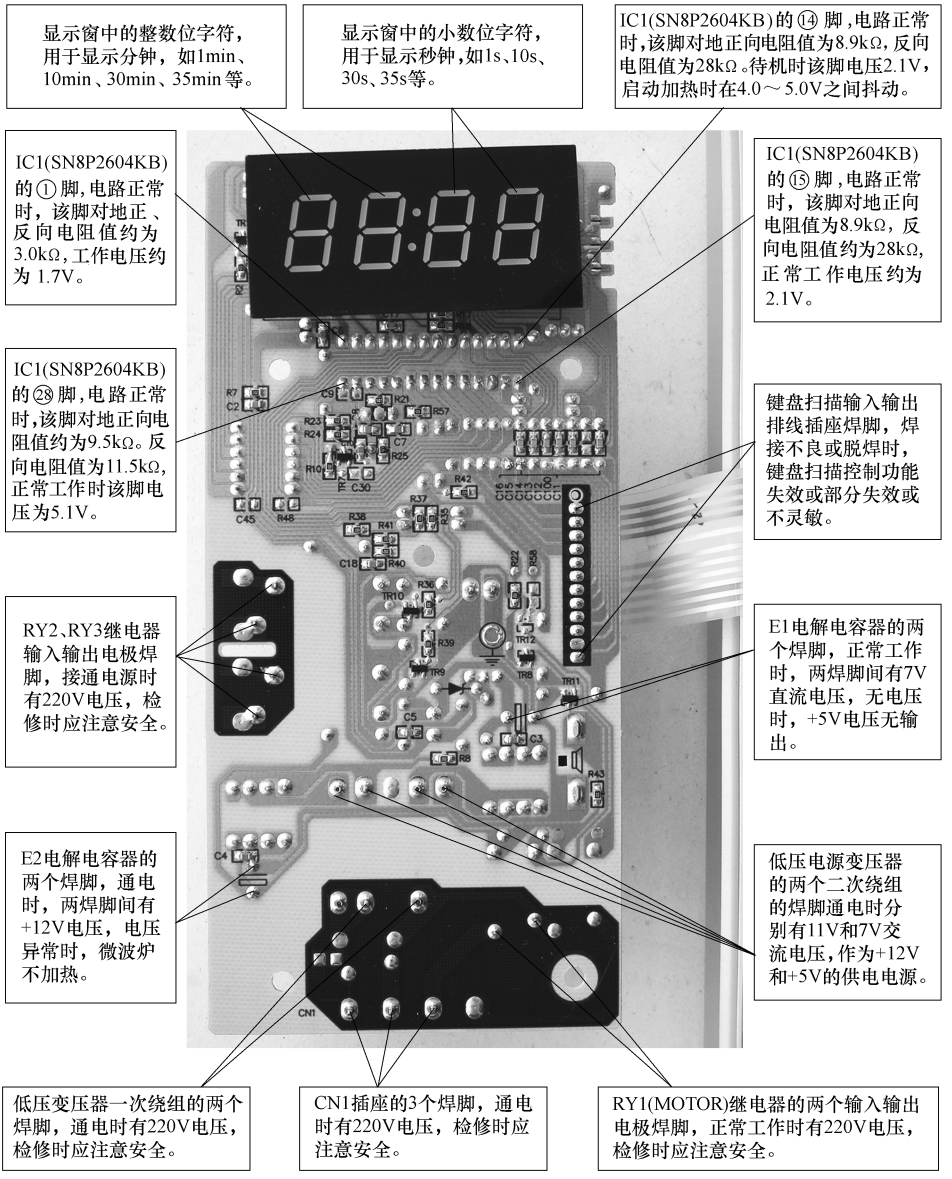


图 4-64　美的 DK20C-CF 型微波炉中微电脑板印制电路板线路实物图

在该机的电脑板中，继电器供电电路主要由 D6 ~ D9 和 E2 等组成，主要为继电器及其控制电路提供 +12V 电压，其实物如图 4-71 中所示，电器原理图如图 4-72 所示。

经检查，最终是 E2 漏电，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-71（或图 4-72）中，E2 是 1000μF/25V 的电解电容器，当其容量不

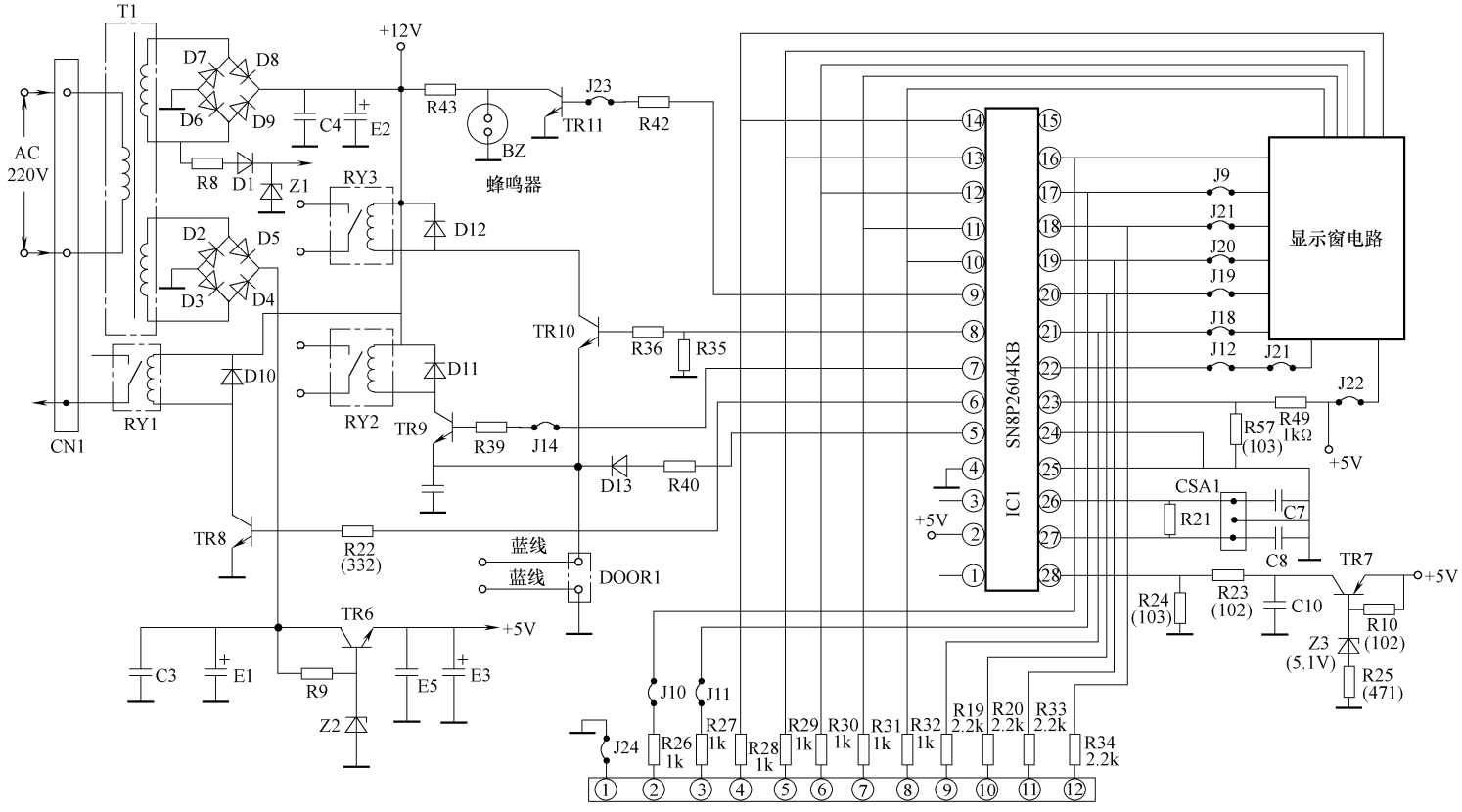


图 4-65　美的 DK20C-CF 型微波炉电脑板电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

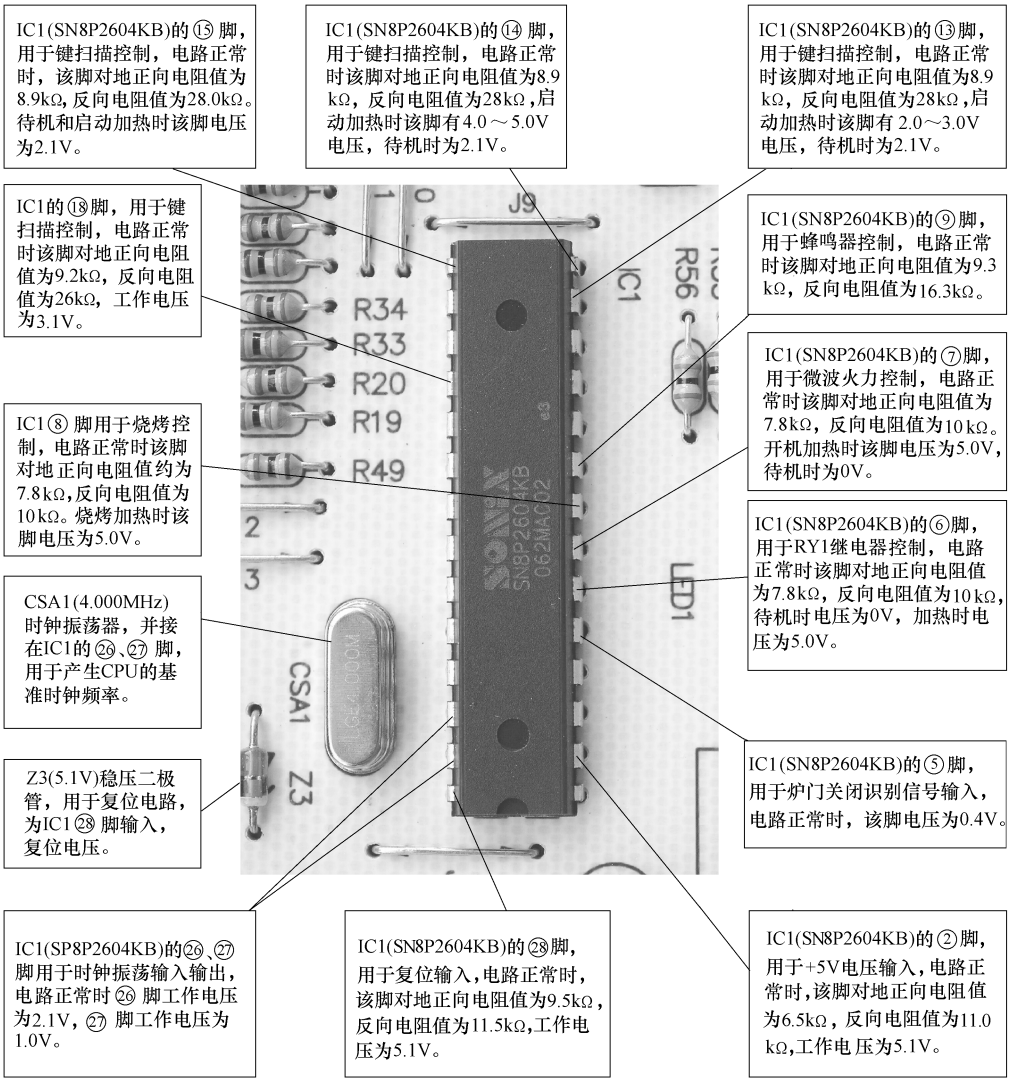


图 4-66　美的 DK20C-CF 型微波炉中微控制器实物图

足或有轻度漏液（电）时，会使 +12V 电压有不同程度的下降，且不稳定。当其下降程度不很严重时，随着电压的波动就会使继电器时而接通时而断开，这就会使继电器出现反复的跳动声。但当 +12V 电压下降幅度较大或为 0 时，就听不到继电器的跳动声了。因此，检修时应将 E2 拆下检查，必要时将其直接换新。

四十一、美的 KD20C-CF 型微波炉不能开机，显示窗无显示，但电源熔断器正常

故障分析与检修：根据检修经验及故障现象，可初步判断低压电源电路有故障。但

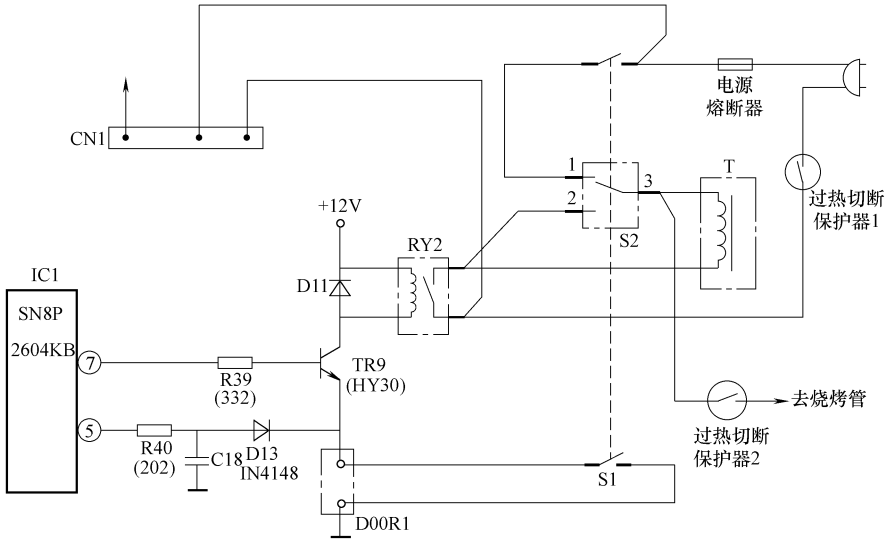


图 6-67　美的 KD20C-CF 型微波炉中微波火力控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考

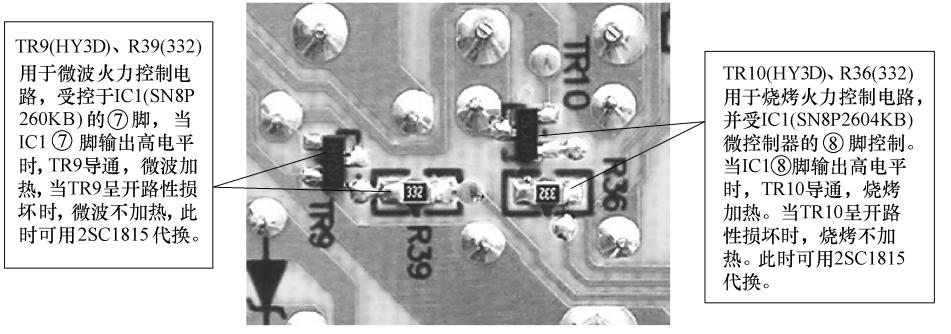


图 4-68　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中贴片式火力控制元器件实物图

检修时可首先检查 +5V 稳压输出电路，其电路元器件实物如图 4-73 中所示，电路原理图如图 4-74 所示。

经检查，最终是 Z2 击穿损坏，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-73 中 Z2 与 TR6 等组成 +5V 稳压输出电路，当其击穿时 +5V 无输出，微波炉呈现无电状态。检修时若 +12V 正常，而 +5V 电压无输出，则应重点检查 Z2，必要时可将其直接换新。

四十二、美的 KD20C-CF 型微波炉通电启动时照明灯不亮，风扇和转盘也不转动，而显示窗有字符，但在早期有照明灯时亮时不亮现象

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，可初步判断照明灯、风扇电动机、转

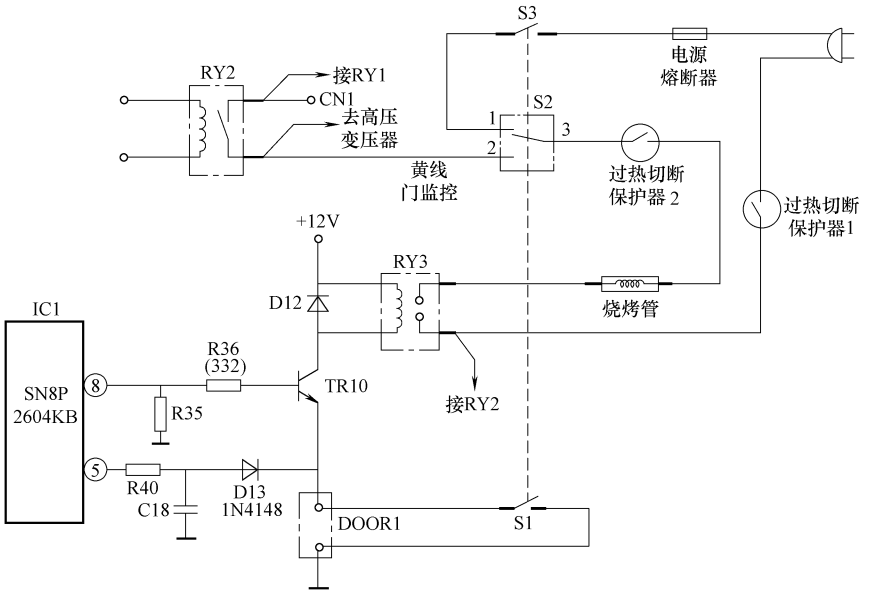


图 4-69　美的 KD20C-CF 型微波炉中烧烤火力控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

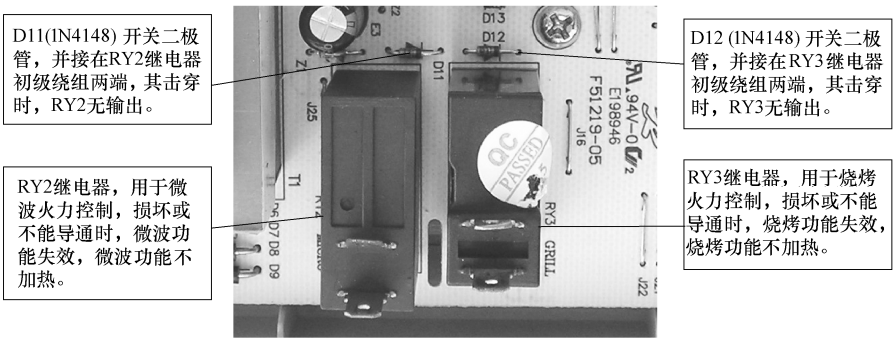


图 4-70　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中 RY2、RY3 继电器实物图

盘电动机的供电电路有故障。在该机中，照明灯、风扇电动机、转盘电动机的供电电路主要由 RY1、TR8、CN1 的 C 端子及黄色导线等组成，其电路原理图如图 4-75 所示。

在图 4-75 中，照明灯的供电回路是：电源插头的 N 输入线路（蓝线）→过热切断保护器 1→白线→RY2 继电器输入端电极→红线→RY3 继电器输入端电极→蓝线→CN1 的 B 端→RY1 继电器动触头开关→CN1 的 C 端→黄线→照明灯→棕线→S3 门控开关的输入端电极→红线→电源熔断器→棕线→电源插头 L 输入端。

在图 4-75 中，风扇电动机的供电回路是：电源插头 N 线路输入端→蓝线→过热切断保护器 1→白线→RY2 继电器输入端电极→红色→RY3 继电器输入端电极→蓝线→CN1 的 B 端→RY1 继电器的动触头开关→CN1 的 C 端→黄线→照明灯电极→黄线→风

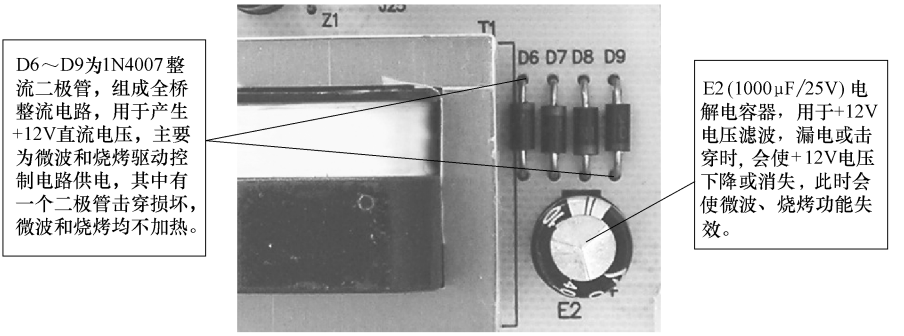


图 4-71　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中 +12V 整流输出电路元器件实物图

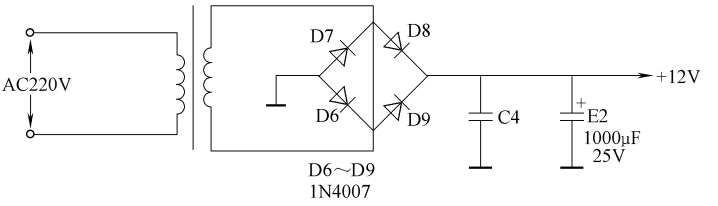


图 4-72　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中的 +12V 电压整流滤波输出电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

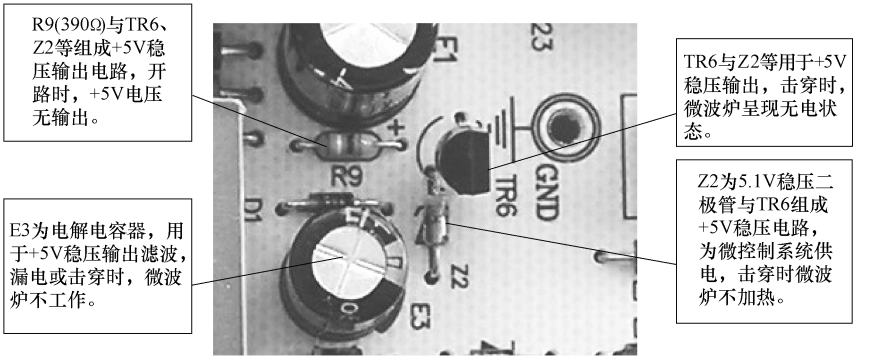


图 4-73　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中 +5V 稳压输出电路元器件实物图

扇电极→棕线→过热切断保护器 2 的输入端电极→红线→S2 门控开关的 3、1 端→黑线→S3 门控开关→红线→电源熔断器→棕线→电源插头 L 输入端。

在图 4-75 中，转盘电动机的供电回路是：电源插头 N 线路输入端→蓝线→过热切断保护器 1→白线→RY2 继电器的输入端电极→红线→RY3 继电器输入端电极→蓝线→CN1 的 B 端→RY1 继电器的动触头开关→CN1 的 C 端→黄线→转盘电动机→棕线→高压变压器的输入端电极→红线→S2 门控开关的 3、1 端→黑线→S3 门控开关→红线→电源保险管→棕线→电源插头 L 输入端。

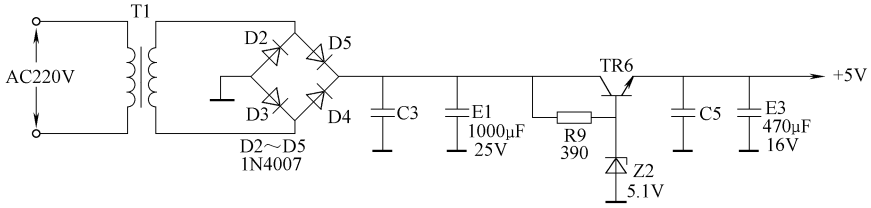


图 4-74　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中 +5V 稳压输出电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

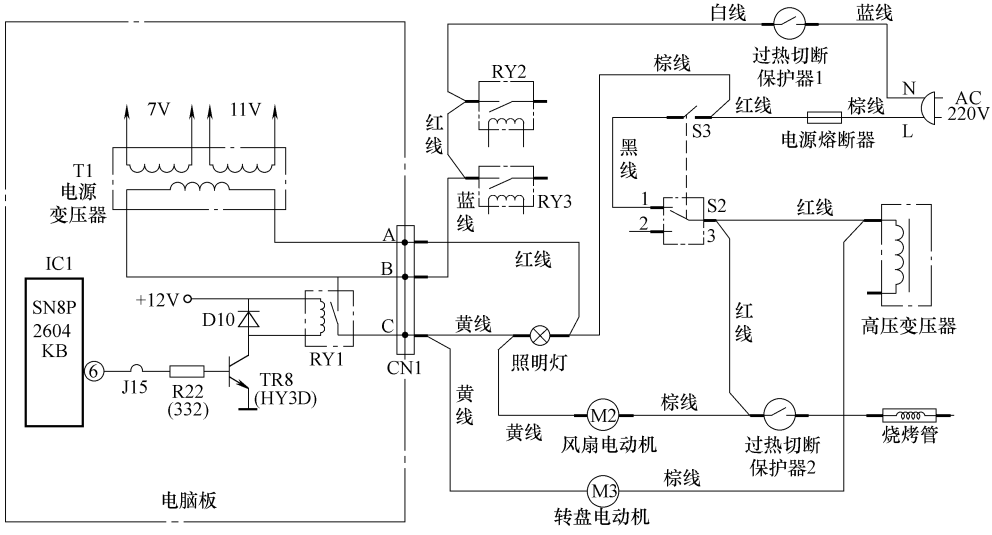


图 4-75　美的 KD20C-CF 型微波炉中照明灯、风扇电动机、转盘电动机供电电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

从上述照明灯、风扇电动机、转盘电动机的供电回路分析中来看，它们的一个共同特点都是经过 CN1 插座的 B 端和 C 端，其中 B 端和 A 端用于 220V 电压输入，为电脑板供电。但从故障现象中显示窗有字符来看，则说明电脑板有 220V 电压输入，因而也就说明门控开关等输入线路是正常的。这时与照明灯、风扇电动机、转盘电动机的供电电路有共同关联点就只是 RY1 继电器和 CN1 的 C 端。因此，这时应重点检查 RY1 继电器及其控制电路，其实物如图 4-76 和图 4-77 所示。

经检查，发现 CN1 的 C 端始终无电压输出，检查 RY1 继电器动触头开关两极间的电阻值为∞（拔去 CN1 的 C 端插头测量），再检查 TR8 集电极电压始终为 12V，但检测 IC1（SN8P2604KB）⑥脚有 5.1V/0V 转换电平，而 TR8 基极始终为 0V 低电平。因而说明 IC1⑥脚至 TR8 基极的线路有开路性故障。

经进一步检查，结果是 R22 与 TR8 基极之间的印制电路在 R22 电极端附近开裂，

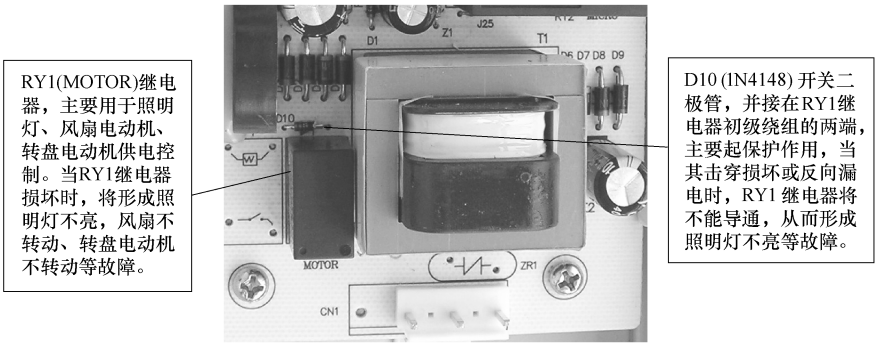


图 4-76　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中 RY①继电器实物图

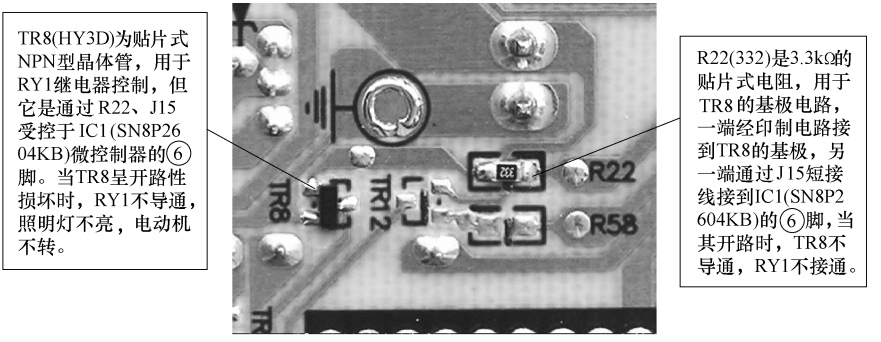


图 4-77　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板印制电路中 RY①控制元器件实物图

将其补焊后，故障排除。

小结：这是一种比较隐蔽的故障，其原因是印制电路板有原始划伤，只是在新时仍能导通，但随着使用时间增长，划伤处因氧化使其导通电阻值增大，最终形成不导通故障。该机在此前曾出现过照明灯时亮时不亮现象，但经几次检修均未能排除故障。因此，在一些疑难故障检修中，应注意检查电脑板的印制电路。

四十三、美的 KD20C-CF 型微波炉微波、烧烤均不加热，但显示窗有字符

故障检修与分析：根据故障现象，拆壳检修时，应首先注意观察机内各接插件是否接插良好，然后再注意检查各主要点的工作电压。在拆壳后观察时发现电脑板上的 DOOR1 插头未插上。正常时有一个带有两根蓝色导线的插头插接在 DOOR1 插座上，如图 4-78 所示。DOOR1 接插件的作用主要是连接门控第一联锁开关，以便微控制器能够监视炉门是否关闭，以及能够在炉门闭时使火力控制电路进入准预备状态，其电路原理图如图 4-79 所示。

据用户反映，该微波炉已被他人修过，原来的故障是微波不加热。维修后不但故障没有排除，而且烧烤功能也不能进入，便形成了本例故障。

经检查，微波火力不加热的故障原因是并接在 RY2 继电器初级绕组的 D11（1N4148）开关二极管不良，将其换新并将 DOOR1 插件接好后，故障排除。

小结：在微波炉故障检修中，能否彻底排除故障，除需要认真检查整机线路中的

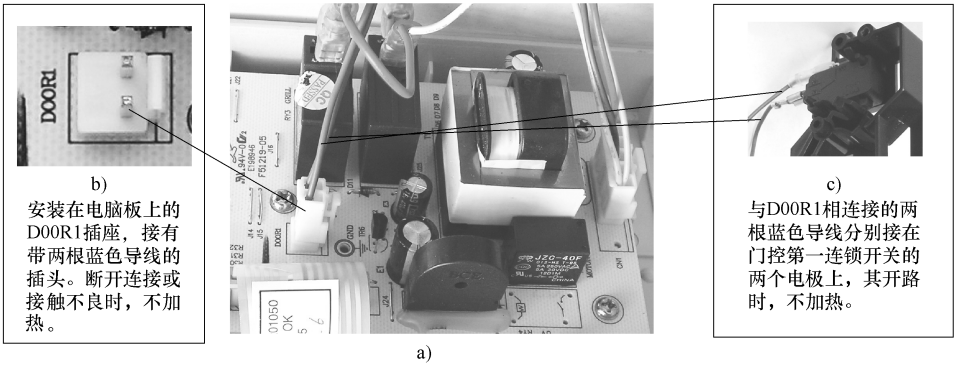


图 4-78　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中接插件实物图

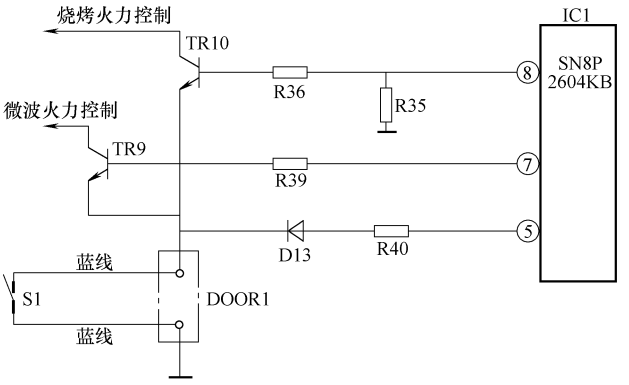


图 4-79　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中关门识别及准预备电路原理图

元器件外，注意各接插件是否已正确接好也是十分重要的。

四十四、美的 KD20C-CF 型微波炉烧烤管不发热

故障分析与检修：在检修经验中，烧烤管不发热，一般是烧烤管损坏，而在该微波炉中烧烤管安装在微波炉内腔的顶部，如图 4-80 所示。烧烤管的两个电极是从侧翼伸出炉内腔与外部线路连接。因此，当该机烧烤管不发热时，应拆开外壳首先检查机壳顶部线路，其实物如图 4-81 所示。

图 4-80　美的 KD20C-CF 型微波炉内腔顶部烧烤加热管实物图

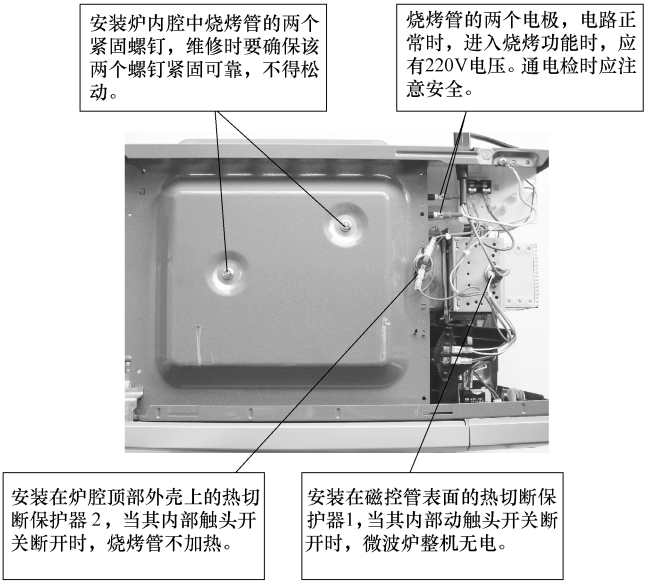


图 4-81　美的 KD20C-CF 型微波炉内腔外顶部实物图

在拆壳检查时，应首先拔下烧烤管两个电极的插头，用万用表的 R × 10 档测量烧烤管两极间的电阻值，正常时两极间的电阻值约为 60Ω。

经检查，发现烧烤管两极间的电阻值已为∞，因而说明其内部的电热丝烧断。将烧烤管换新后，故障排除。

小结：在该机中，烧烤管的标称功率为 900W，更换时不要加大使用功率，应保持与原型号规格一致，以防止机壳过热，引起过热切断保护器动作。

四十五、美的 KD20C-CF 型微波炉不能加热，但显示窗有字符显示，照明灯亮，转盘、风扇不能转动

故障分析与检修：根据故障时显示窗仍有字符显示分析，该机中的电脑板电路基本是正常的。此时，可在进入火力加热功能时注意仔细听机内电脑板中的继电器是否有跳动声，以判断电脑板中的火力控制电路是否工作正常。经初步观察，确认电路板工作正常。这时应重点检查机内门控开关、热切断保护器及供电输入导线，其电路原理图如图 4-82 所示。

在图 4-82 中，由电源插头输入的 220V 电压通过电源熔断器和热切断保护器 2 直接送入电脑板，为电脑板中的低压电源变压器供电，但根据故障现象中显示窗有字符显示，则说明 220V 电压已加到电脑板，因此，依据图 4-82 分析，此时 220V 电压也加到了 RY2、RY3 继电器的输入电极，且在进入火力加热功能时能够有继电器的跳动声，也说明 RY2、RY3 能够为烧烤管和高压变压器供电。烧烤管和高压变压器的供电回路能否同时有效则决定于 S2 的 1、3 端是否能够与 S3 开关同步导通。因此，这时应重点检查 S3 和 S2 轻触开关。其实物如图 4-83 中所示。

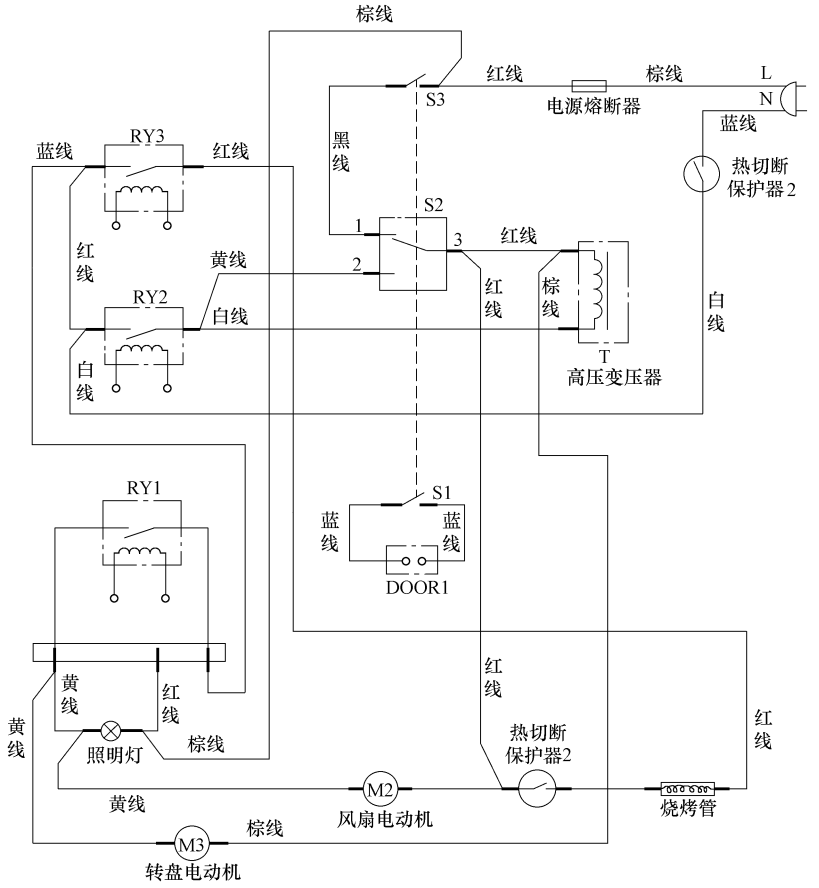


图 4-82　美的 KD20C-CF 型微波炉整机供电源控制电路原理图

注：该图仅供参考。

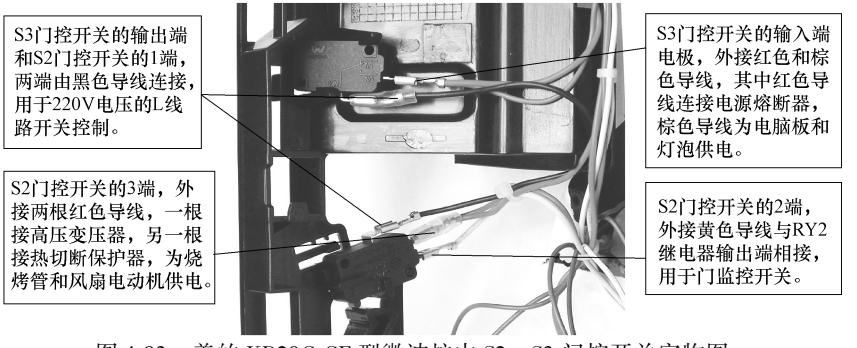


图 4-83　美的 KD20C-CF 型微波炉中 S2、S3 门控开关实物图

经检查，最终是 S2 轻触开关损坏，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-82 中，S2 是一种内含两个静触头的双触开关，其中 1、3 端开关用于 220V 电压的 L 端线路输入控制，在关闭炉门时该开关接通，为高压变压器，烧烤管

及风扇电动机和转盘电动机供电；2、3 端开关用作门监控开关，在打开炉门时导通，起保护作用。因此，当 S2 开关损坏时，有时还会出现关闭炉门时烧断电源熔断器的故障。这一点检修时应加以注意，必要时可将其直接换新。

四十六、美的 KD20C-CF 型微波炉无蜂鸣器报警声，但加热正常

故障分析与检修：在美的 KD20C-CF 微波炉中，蜂鸣器是由微控制器通过接口电路实施控制的，在无蜂鸣器报警声时应重点检查蜂鸣器接口电路，其实物如图 4-84 中所示，电路原理图如图 4-85 所示。

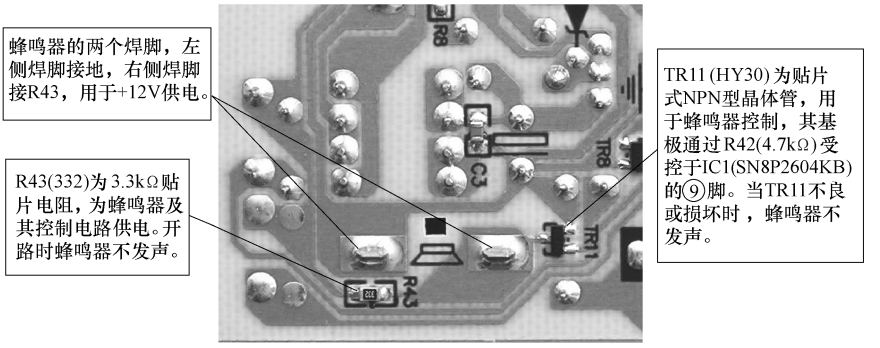


图 4-84　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中蜂鸣器控制电路元件实物图

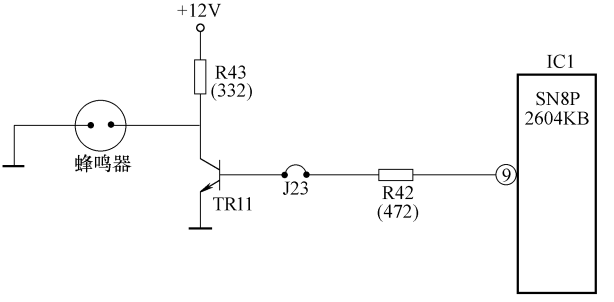


图 4-85　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中蜂鸣器控制电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考

经检查，在按下启动键时，IC1（SN8P2604KB）的⑨脚有脉冲电压输出，但 TR11 的基极无电压。再进一步检查，发现 J23 短接线的一端脚脱焊，且焊脚周围的裂缝较黑。将其补焊后，故障排除。

小结：在图 4-85 中，TR11 主要是在 IC1（SN8P2604KB）⑨脚的控制下驱动蜂鸣器发出报警声。因此，在 J23 或 IC1⑨脚无输出时 TR11 也无输出，蜂鸣器也就不能发出报警声。在微波炉进入正常加热工作时，IC1（SN8P2604KB）⑨脚为 0V 低电平，TR11 无输出。

四十七、美的 KD20C-CF 型微波炉有时能够开机，有时不能开机

故障分析与检修：这是一个比较复杂的软故障，已由他人检修过两次均未能排除。根据故障现象和检修经验，可初步判断是微电脑板有故障，检修时应重点检查微电脑板电路，并注意观察各主要焊点是否焊接良好。

在美的 KD20C-CF 型微波炉的微电脑板电路中，其核心器件是 IC1（SN8P2604KB）微控制器，整机的控制功能均由 IC1 完成。因此，检修时可首先检测 IC1 各引脚的工作电压（检测前要将高压变压器的供电端断开），并与正常值进行比较，以求发现故障原因。其检查结果见表 4-8。

表 4-8　IC1（SN8P2604KB 微控制器）引脚在故障与正常状态下的电压值

引脚号	引脚功能	*U*/V		
		故障状态	正常状态	
		启动	待机	启动
1	显示电路控制	1.7	1.7	1.7
2	+5V 电源	5.1	5.1	5.0
3	显示电路控制	0	0	0
4	接地	0	0	0
5	炉门关闭识别信号输入	0.4	0.4	0.4
6	用于照明灯、风扇、转盘电动机控制	0	0	5.0
7	用于微波火力控制	0	0	5.0
8	用于烧烤火力控制	0	0	0
9	用于蜂鸣器控制	0	0	0
10	键扫描控制	3.0	3.0	4.0
11	键扫描控制	5.0	5.0	4.0
12	键扫描控制	2.1	2.1	4.0～5.0
13	键扫描控制	2.1	2.1	2.0～5.0
14	键扫描控制	2.1	2.1	4.0～5.0
15	键扫描控制	2.1	2.1	2.1
16	键扫描控制	2.1	2.1	2.1
17	键扫描控制	2.1	2.1	3.1
18	键扫描控制	3.1	3.1	3.1
19	键扫描控制	3.1	3.1	3.1
20	键扫描控制	3.1	3.1	3.1
21	键扫描控制	3.1	3.1	3.1
22	显示驱动	1.0	1.0	1.0
23	+5V 电源	5.1	5.1	5.1
24	接地	0	0	0
25	接地	0	0	0
26	时钟振荡输入	2.2	2.2	2.1
27	时钟振荡输出	1.0	1.0	1.0
28	复位	3.7	5.1	5.1

注：表中数据均用 MF47 型万用表 10V 直流档测得，仅供参考。

经比对分析，发现 IC1（SN8P2604KB）的㉘脚复位电压不稳定，最大值约为 3.7V。同时，火力控制端无高电平输出，因而说明复位电路有故障，使微控制器不能进入工作状态。因此，这时应注意检查复位电路元器件，其实物如图 4-86 所示，电路原理图如图 4-87 所示。

经检查，最终是 C10 贴片式电容漏电，将其换新后，故障彻底排除。

小结：在图 4-86（或图 4-87）中，C10 用于复位电压滤波，具有复位作用，漏电

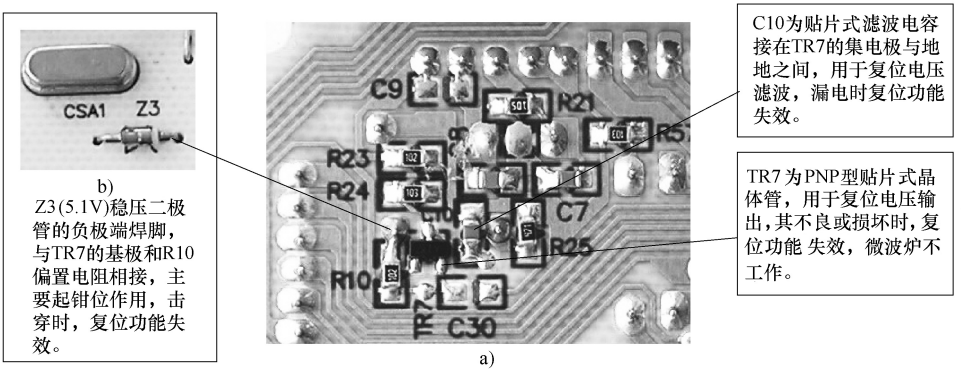


图 4-86　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中微控制器（IC1）复位电路元器件实物图

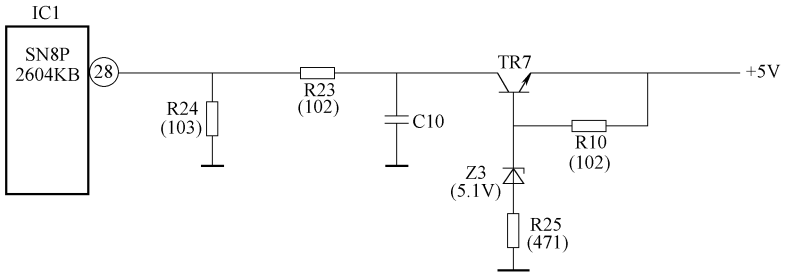


图 4-87　美的 KD20C-CF 型微波炉电脑板中微控制器（IC1）复位电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

或击穿时会使复位电压下降或丢失，进而使微控制器不能进入正常工作状态。检修时若 IC1㉘脚异常，应注意检查 C10，必要时可将其焊下检查或直接换新。

四十八、美的 KD20C-CF 型微波炉故障初期有较大噪声，不能微波加热，后来无噪声也不能加热

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，这是一个比较典型的高压整流输出电路故障。检修时可直接检查高压电容、高压二极管和高压熔断器，其实物如图 4-88 所示，电路原理图如图 4-89 所示。

图 4-88　美的 KD20C-CF 型微波炉中高压电路元器件实物图

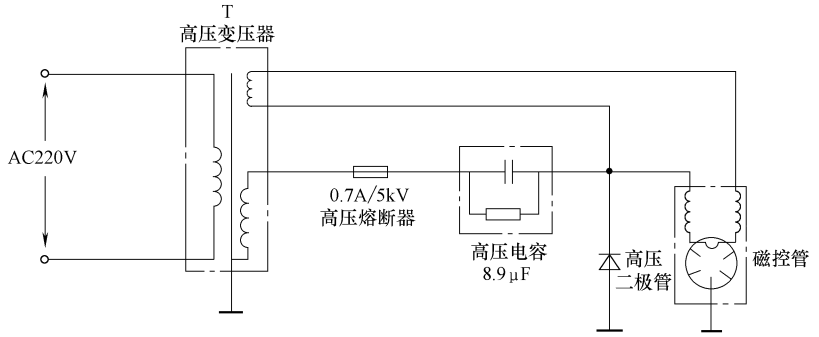


图 4-89　美的 KD20C-CF 型微波炉中高压电路原理图

注：该图依实物绘制，仅供参考。

经检查，最终是高压二极管击穿损坏和高压熔断器熔断。将其同时换新后，故障排除。

小结：在图 4-88（或 4-89）中，高压二极管的损坏率较高，但当其击穿引起高压熔断器熔断时，还应进一步检查高压电容是否有漏电现象。必要时将其一起换新，以绝后患。

四十九、小天鹅 W6001 型微波炉不能加热，照明灯不能点亮，风扇和转盘也不能转动

故障分析与检修：小天鹅 W6001 型微波炉是一种机械式微波炉，当其出现微波炉不加热，照明灯不亮，且风扇和转盘也不转动时，则说明门控开关等电路有故障，检修时应主要检查供电源电路，其电路原理图如图 4-90 所示。

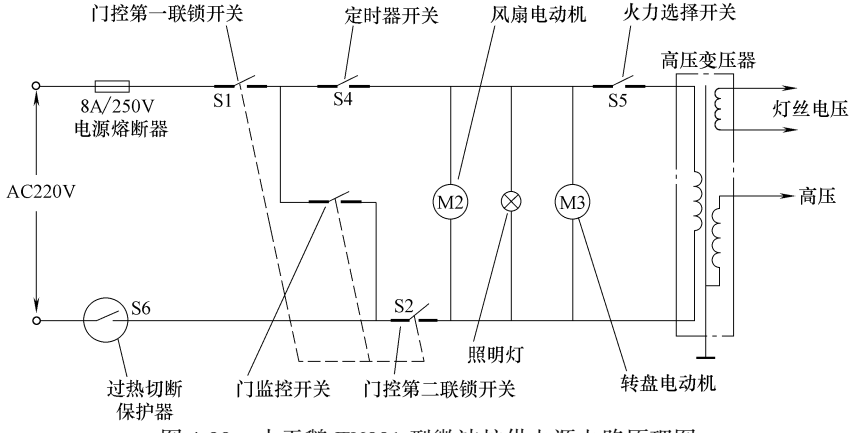


图 4-90　小天鹅 W6001 型微波炉供电源电路原理图

注：该图仅供参考。

经检查，最终是定时器触头开关损坏，将定时器换新后，故障排除。

小结：在机械式微波炉中，定时器的损坏率较高，常见原因是定时开关的触头烧

焦，维修时可将其直接换新。在应急情况下也可把定时器拆开，将定时开关的触头表面进行清洁处理。

五十、小天鹅 W6001 型微波炉不能加热且有噪声

故障分析与检修：根据检修经验，当该微波炉出现不加热有噪声故障时，应首先注意检查高压电路，其电路原理图如图 4-91 所示。

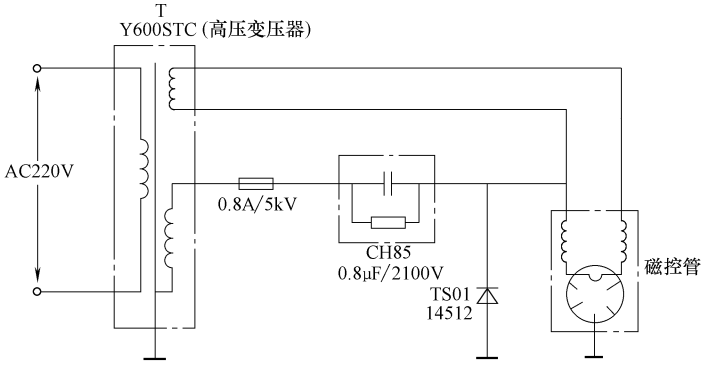


图 4-91　小天鹅 W6001 型微波炉高压电路原理图

注：该图仅供参考。

经初步检查，发现高压二极管呈开路性损坏，将其换新后，通电试机时，高压二极管又重复烧坏。再进一步检查，发现 CH85 严重漏电，拆开高压熔断器保护壳，其内部的熔断器已熔断，但外部已用铜丝短接（该机被他人修过）。将高压电容、高压二极管和高压熔断器同时换新后，故障彻底排除。

小结：在高压电路检修中，若出现重复烧高压熔断器的现象时，应认真检查高压电容等元器件，绝不允许将高压熔断器用导线短接。这一点一定注意，否则会形成人为故障。

五十一、三星 M9A88 型微波炉烧烤功能不能加热，但微波加热正常

故障分析与检修：首先检查微波加热功能正常，再检查烧烤功能可以进入，但烧烤管不发热。因而判断烧烤管或烧烤控制电路有故障。其电路原理图如图 4-92 所示。

经检查，最终是 Q2 发射结开路，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-92 中，Q2 与 RY3、D2 等组成烧烤加热控制电路。在电路正常时，按动烧烤键，微控制器将输出高电平控制信号，使 Q2、RY3 导通，220V 交流电压通过 RY3、H（烧烤管）、SW2（热切断保护器 2）构成回路，因而使烧烤管开始发热。因此，当烧烤管不能加热时，除注意检查 RY3 及其控制电路外，还应注意检查 SW2（热切断保护器），必要时可将其直接换新。SW2（热切断保护器）安装在微波炉炉腔外表面上，主要用于炉腔过热保护。

五十二、三星 M9A88 型微波炉不能工作，但指示灯能点亮

故障现象与检修：首先检查门控联锁开关未见明显异常，再检查电脑板工作电源也正常，但检查 Q1、Q2 集电极始终为高电平，故说明启动电路有故障。进一步检查时发现 Q3 发射结漏电，将其换新后，故障排除。其电路原理图如图 4-93 所示。

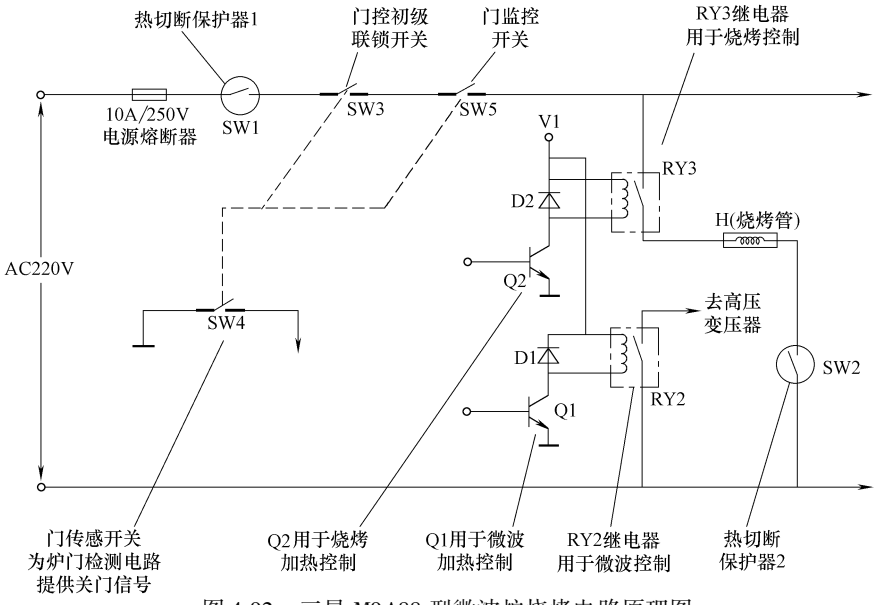


图 4-92　三星 M9A88 型微波炉烧烤电路原理图

注：该图仅供参考。

小结：在图 4-93 中，Q3 为启动控制管，只有 Q3 导通时，Q1、Q2 才能够进入预备状态，从而使 Q1、Q2 在受控后能够进入导通状态。因此，一旦 Q3 不能导通，Q1、Q2 的发射极就都处于悬空状态，而 Q3 导通的必要条件是 SW4 门控开关接通。因此当 Q3 不能导通时，应注意检查 SW4 是否接通。

五十三、三星 M9G77 型微波炉呈无电状态

故障分析与检修：根据检修经验，在微波炉呈现无电状态时，可首先检测一下电源插头两极间的电阻值，以判断机内电源熔断器是否正常。经检查，电源插头两端电阻值为∞，因而说明机内电源熔断器已烧断。拆壳检验，发现电源熔断器 FUSE（10A/250V）已呈焦黑状烧断。因而说明机内有过电流或短路元器件。再进一步检查，发现 C1 击穿损坏，将其换新后，故障排除。其电路原理图如图 4-94 所示。

小结：在图 4-94 中，C1 和 T1、R1、C2、C3 等组成交流电压输入滤波电路，其中 C1 为 0.1μF 电容，用于吸收电网中的尖峰脉冲，防止高压电路产生的尖峰脉冲进入市网电压传输线路对其他无线电设备产生干扰。

五十四、菊花 W-750C 型微波炉不能微波加热，但照明灯仍亮，同时有较大“嗡嗡”声

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，检修时可首先检查高压电路，其电路原理图如图 4-95 所示。

经检查，高压电容、高压二极管均正常，断开磁控管的阴极供电插头，通电检测阴极灯丝电压和阴极高压均正常。因而判断可能是磁控管损坏，试将其换新后，故障排除。

小结：磁控管是一种真空器件，损坏率较高，其损坏时不能产生额定微波频率，

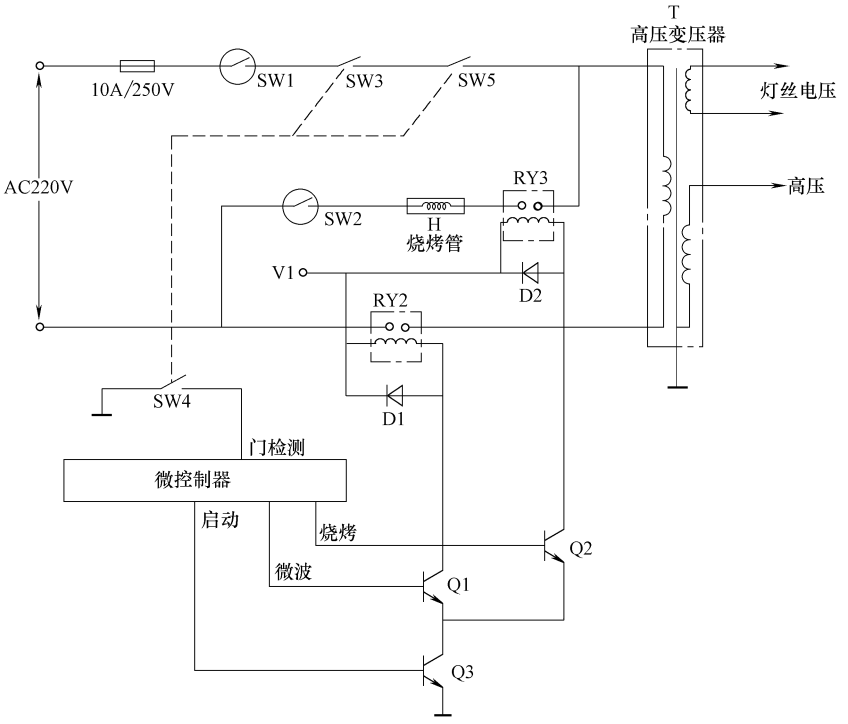


图 4-93　三星 M9A88 型微波炉中炉门开关识别及启动控制电路原理图

注：该图仅供参考。

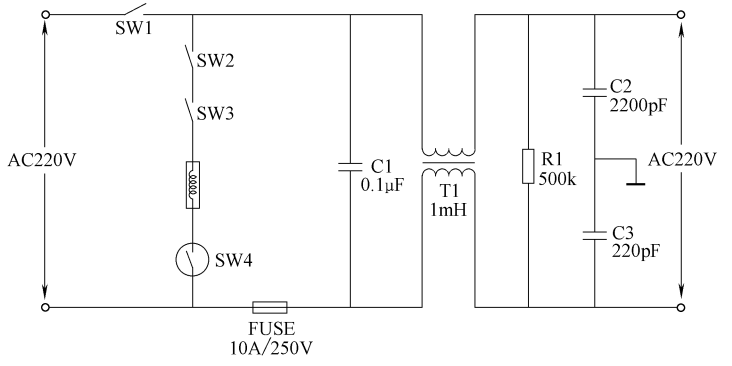


图 4-94　三星 M9G77 型微波炉交流电压输入电路原理图

同时伴有较大的交流声。在更换磁控管时要保持规格一致。

五十五、上菱 WP650A 型微波炉不能工作，指示灯也不亮

故障分析与检修：根据检修经验，可初步判断供电源电路有故障。但检修时可首先检查 +5V 供电源电路，其电路原理图如图 4-96 所示。

经检查，最终是 GL7805 击穿损坏，将其换新后，故障排除。

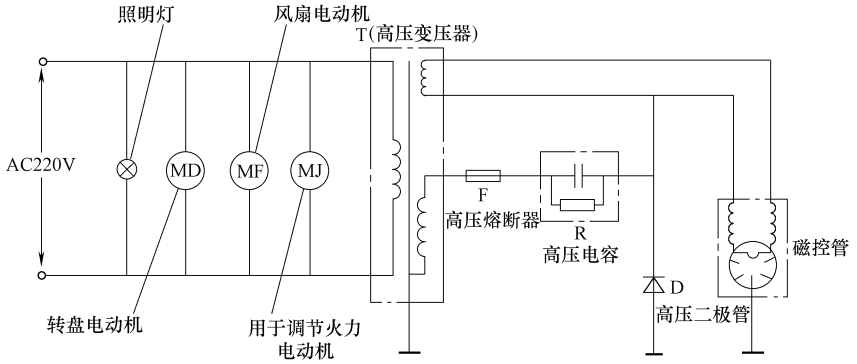


图 4-95　菊花 W-750C 型微波炉中高压电路及照明灯，风扇电动机、转盘电动机等电路原理图

注：该图仅供参考。

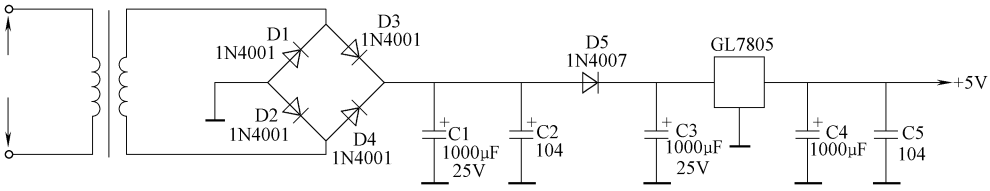


图 4-96　上菱 WP650A 型微波炉 +5V 稳压电源电路原理图

注：该图仅供参考。

小结：在图 4-96 中，GL7805 为 +5V 三端稳压器，主要为控制系统供电。其击穿损坏时，控制系统不工作，整机表现为无电状态。

五十六、惠尔浦 AVW450WH 型微波炉不能加热，但照明灯亮

故障分析与检修：根据故障现象及检修经验，检修时可首先检查低压供电电路。检查时发现 2756 集电极始终无输出，其电路原理图如图 4-97 所示。

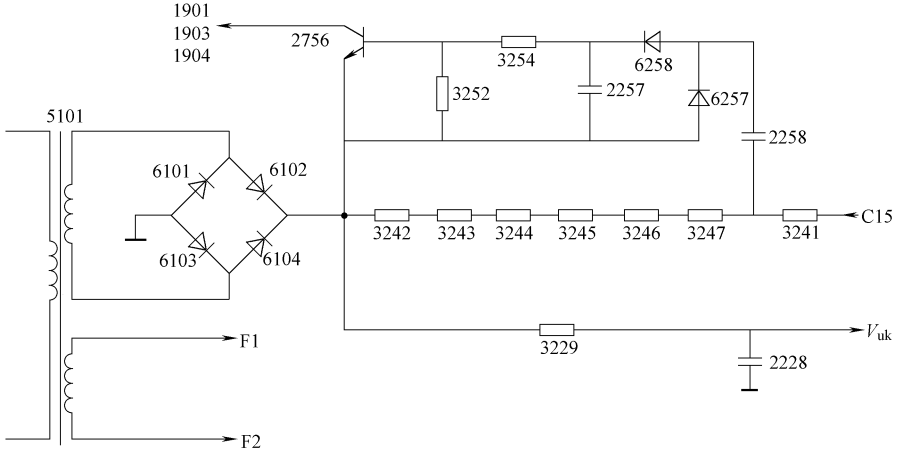


图 4-97　惠尔浦 AVW450WH 型中继电器供电电路原理图

注：该图仅供参考。

经进一步检查，最终是2756发射结呈开路性损坏。将其换新后，故障排除。

小结：在图4-97中，2756为NPN型小功率晶体管，主要为1901、1903、1904继电器供电。故当2756无输出时，微波炉不加热。

五十七、惠尔浦 AVW600WH 型微波炉不能微波加热，但转盘转动正常

故障分析与检修：根据故障现象和检修经验，检修时应重点检查微波火力控制电路，其电路原理图如图4-98所示。

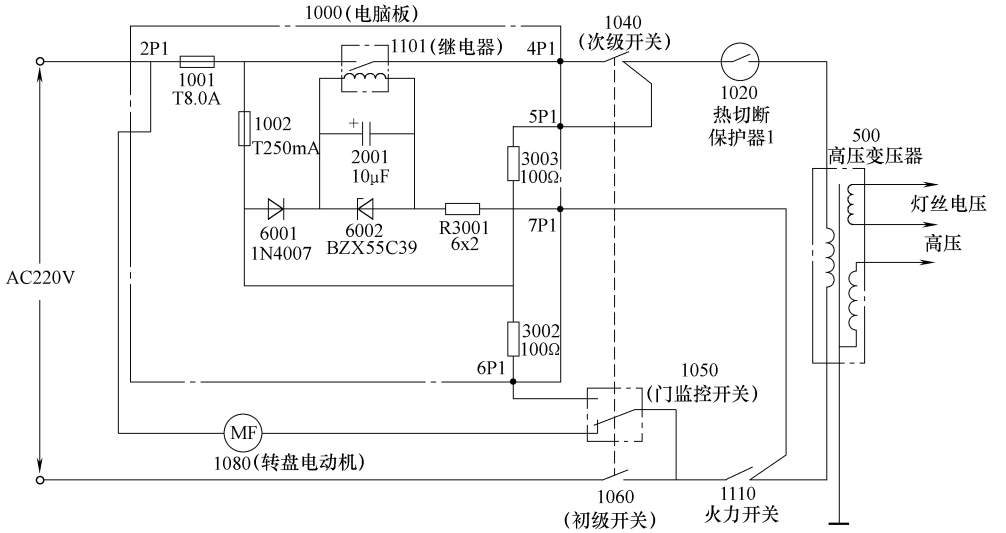


图4-98　惠尔浦 AVW600WH 型微波炉微波火力控制电路原理图

经检查，最终是6001（1N4007）开路损坏。将其换新后，故障排除。

小结：在图4-98中，6001（1N4007）与2001（10μF/50V）、6002（BZX55C39）稳压二极管等组成简易型整流稳压电路，为1101继电器提供39V电压。故当6001无输出时，1101继电器不导通，微波不加热。

五十八、安宝路 AA18 型微波炉不能加热，但照明灯能亮

故障分析与检修：根据检修经验及故障现象，检修时可首先采用电阻检查法检查高压电路，其电路原理图如图4-99所示。

经检查，发现高压保护管击穿损坏，将其换新后，故障排除。

小结：在图4-99中，高压保护管是一种特殊器件，在维修时不能用稳压管代换。但在应急情况下，若高压电容、高压二极管等均正常时，可将高压保护管拆下暂时不用。

五十九、松下 NN-K653 型微波炉不能启动，呈现无电状态

故障现象与分析：根据检修经验，可首先检查电源插头两端是否有电阻值，结果有电阻值，但接通电源后无任何反应。拆开机壳检查电脑板低压供电电路，发现C5（10μF/16V）电触电容器两端无电压，因而说明+5V供电电路有故障。其电路原理图如图4-100所示。

经检查，最终是ZD1击穿损坏，将其换新后，故障排除。

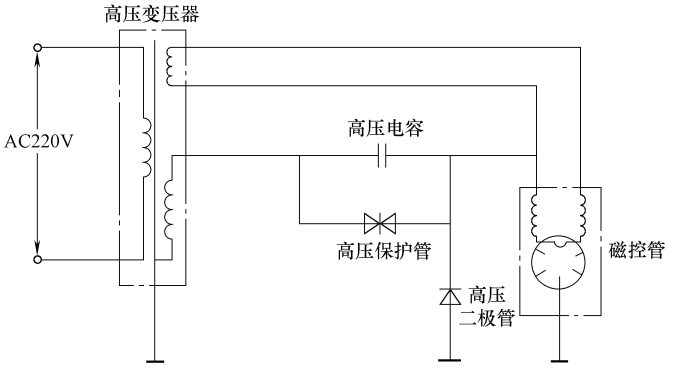


图 4-99　安宝路 AA18 型微波炉中高压电路原理图

注：该图仅供参考。

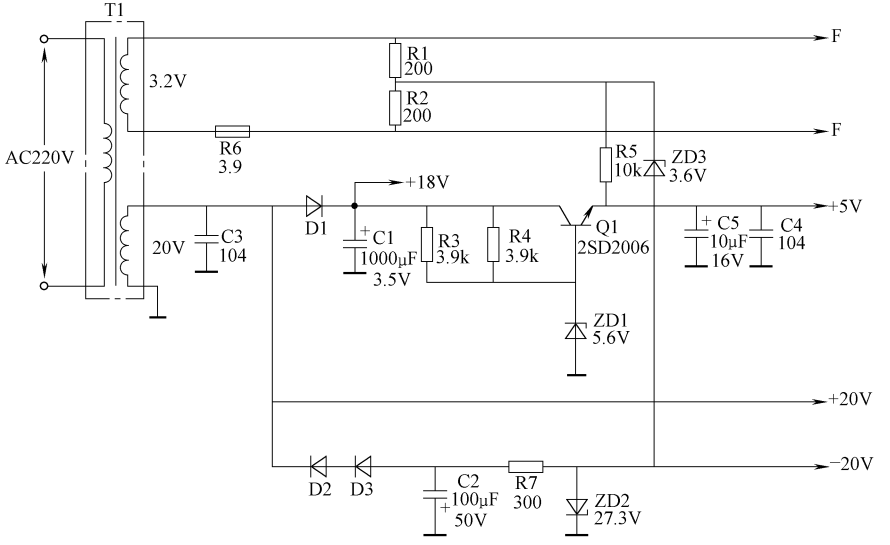


图 4-100　松下 NN-K653 型微波炉中电脑板供电源电路原理图

注：该图仅供参考。

小结：在图 4-100 中，ZD1 是 5.6V 稳压二极管，主要起钳位作用，与 Q1（2SD2006）等组成简易串联型 +5V 稳压电路，为电脑板提供工作电压。故当 ZD1 击穿时，Q1 无输出，电脑板不工作，整机呈现无电状态。

六十、松下 NN-K653 型微波炉微波、烧烤均不能加热，但照明灯能亮

故障分析与检修：根据故障现象及本机电路的组成特点，检修时可首先注意检查待机预备控制电路。其电路原理图如图 4-101 所示。

经检查，结果是 Q3（UN4123）呈开路性损坏，将其换新后，故障排除。

小结：在图 4-101 中，Q3（UN4123）用于待机预备控制。在关闭炉门后，Q3 在 IC1 和 IC2 的控制下呈导通状态，+18V 电压通过门控开关和 Q3 的 e、c 极为 RY1、

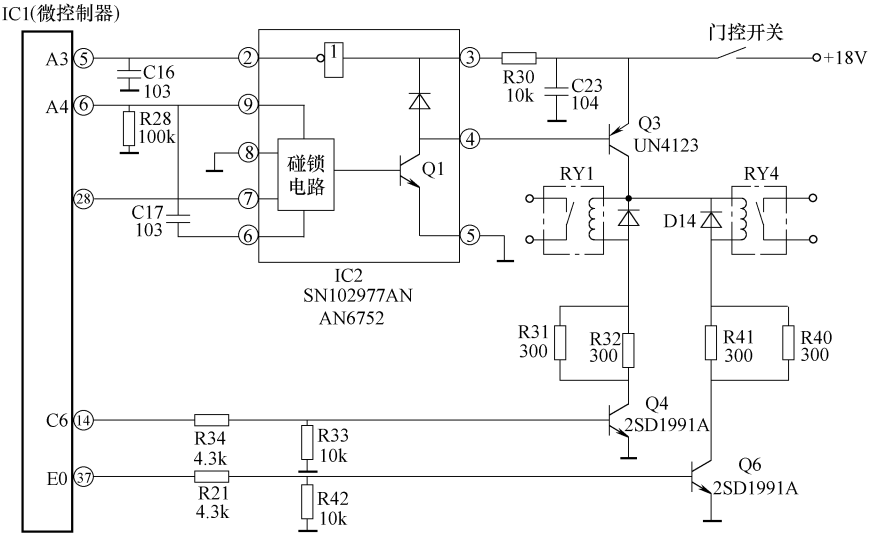


图 4-101　松下 NN-K653 型微波炉待机预备控制电路原理图

注：该图仅供参考。

RY2 供电。RY1、RY2 继电器在 Q4、Q6 控制下分别为高压电路和烧烤管供电。因此，当 Q3 开路时，RY1 和 RY4 就都呈截止状态，故微波和烧烤均不能加热。

六十一、三洋 EM-F2108 型微波炉不能微波加热，但烧烤加热正常

故障分析与检修：根据检修经验，在三洋 EM-F2108 型微波炉不能微波加热，但烧烤加热正常时，可首先检查高压输出电路，其电路原理图如图 4-102 所示。

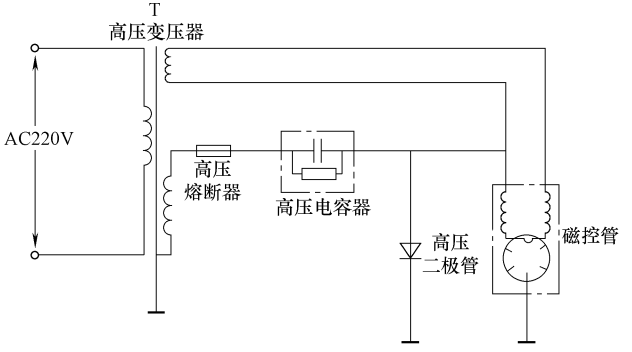


图 4-102　三洋 EM-F2108 型微波炉高压整流电路原理图

注：该图仅供参考。

经检查，结果是高压电容失效，将其换新后，故障排除。

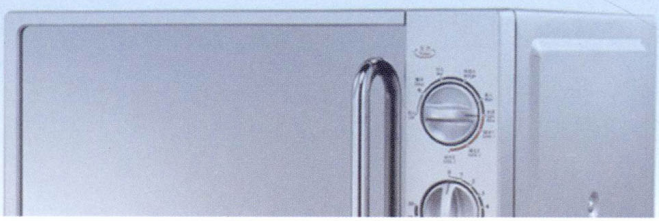
小结：在微波炉中，高压电容的故障率较高，当其呈开路性损坏或失效时，倍压整流功能失效，磁控管不工作或不能正常工作。检查高压电容时应将两极插头拔下并放电后，用专用电容表进行检测，必要时可将其换新。

编著图书推荐表

姓名		出生年月		职称/职务		专业	
单位				E-mail			
通讯地址						邮政编码	
联系电话			研究方向及教学科目				
人个简历(毕业院校、专业、从事过的以及正在从事的项目、发表过的论文)							
您近期的定作计划有：							
您推荐的国外原版图书有：							
您认为目前市场上最缺乏的图书及类型有：							

地址：北京市西城百万大街 22 号　机械工业出版社电工电子分社
邮编：100037　网址：www. cmpbook. com
联系人：张俊红　电话：13520543780 010-68326336（传真）
E-mail：buptzjh@163. com（可来信索取本电子版）

YIBU YITU XUEXIU WEIBOLU



地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术/家电维修
ISBN 978-7-111-39656-7
策划编辑◎张俊红 / 封面设计◎马精明

ISBN 978-7-111-39656-7
9 787111 396567 >
定价：29.90元